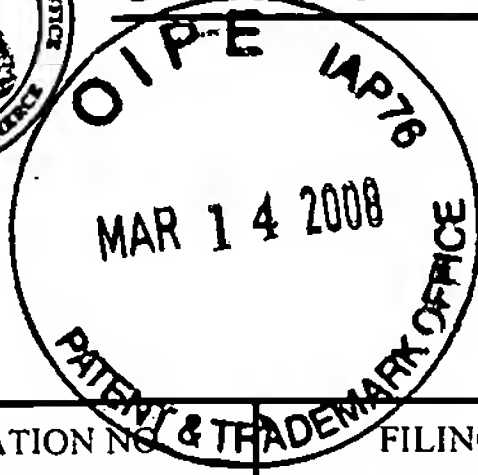




UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE



UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
www.uspto.gov

APPLICATION NO.	FILING DATE	FIRST NAMED INVENTOR	ATTORNEY DOCKET NO.*	CONFIRMATION NO.
-----------------	-------------	----------------------	----------------------	------------------

10/567,839

02/08/2006

Erwin Rinaldo Meinders

NL031422

7342

24737 7590 03/12/2008

PHILIPS INTELLECTUAL PROPERTY & STANDARDS

P.O. BOX 3001

BRIARCLIFF MANOR, NY 10510

EXAMINER

HIGGINS, GERARD T

ART UNIT

PAPER NUMBER

1794

MAIL DATE

DELIVERY MODE

03/12/2008

PAPER

Please find below and/or attached an Office communication concerning this application or proceeding.

The time period for reply, if any, is set in the attached communication.

DETAILED ACTION

Election/Restrictions

1. Restriction is required under 35 U.S.C. 121 and 372.

This application contains the following inventions or groups of inventions which are not so linked as to form a single general inventive concept under PCT Rule 13.1.

In accordance with 37 CFR 1.499, applicant is required, in reply to this action, to elect a single invention to which the claims must be restricted.

Group I, claim(s) 1-6, drawn to an optical recording medium.

Group II, claim(s) 7-17, drawn to a method of using an optical recording medium.

2. The inventions listed as Groups I and II do not relate to a single general inventive concept under PCT Rule 13.1 because, under PCT Rule 13.2, they lack the same or corresponding special technical features for the following reasons: the method of using an optical recording medium has the special technical features of a "writing strategy providing a channel bit length and a mark width;" furthermore, Group II has the special technical features of being writeable at one wavelength and readable at a second different wavelength, all of which are not seen in Group I, and therefore these Groups lack unity of invention.

3. During a telephone conversation with Michael Belk on 02/25/08 a provisional election was made with traverse to prosecute the invention of Group I, claims 1-6.

Affirmation of this election must be made by applicant in replying to this Office action.

Claims 7-17 are withdrawn from further consideration by the examiner, 37

CFR 1.142(b), as being drawn to a non-elected invention.

4. Applicant is reminded that upon the cancellation of claims to a non-elected invention, the inventorship must be amended in compliance with 37 CFR 1.48(b) if one or more of the currently named inventors is no longer an inventor of at least one claim remaining in the application. Any amendment of inventorship must be accompanied by a request under 37 CFR 1.48(b) and by the fee required under 37 CFR 1.17(i).

Priority

5. Receipt is acknowledged of papers submitted under 35 U.S.C. 119(a)-(d), which papers have been placed of record in the file.

Specification

6. The disclosure is objected to because of the following informalities:

- a. There are no titles for the various sections of the disclosure.
- b. The sentence on page 9, lines 11 and 12 is awkward.

Appropriate correction is required.

7. The use of the trademark BLU-RAY DISC has been noted in this application. It should be capitalized wherever it appears and be accompanied by the generic terminology.

Although the use of trademarks is permissible in patent applications, the proprietary nature of the marks should be respected and every effort made to prevent their use in any manner which might adversely affect their validity as trademarks.

Claim Rejections - 35 USC § 102

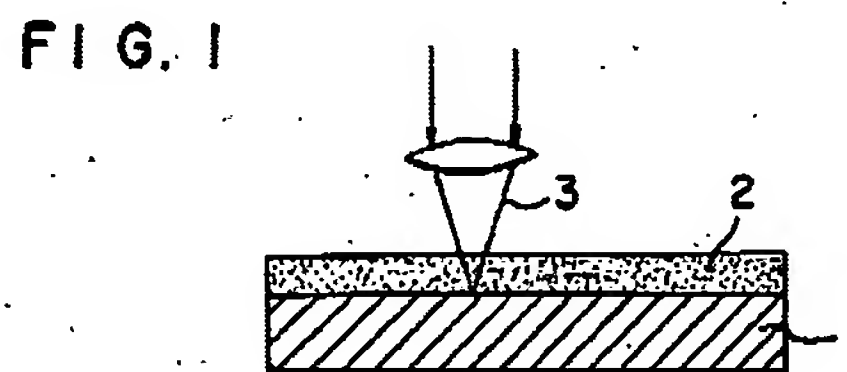
8. The following is a quotation of the appropriate paragraphs of 35 U.S.C. 102 that form the basis for the rejections under this section made in this Office action:

A person shall be entitled to a patent unless –

(b) the invention was patented or described in a printed publication in this or a foreign country or in public use or on sale in this country, more than one year prior to the date of application for patent in the United States.

9. Claims 1 and 2 are rejected under 35 U.S.C. 102(b) as being anticipated by Namba et al. (4,412,231).

Namba et al. disclose the recording medium of Figure 1.

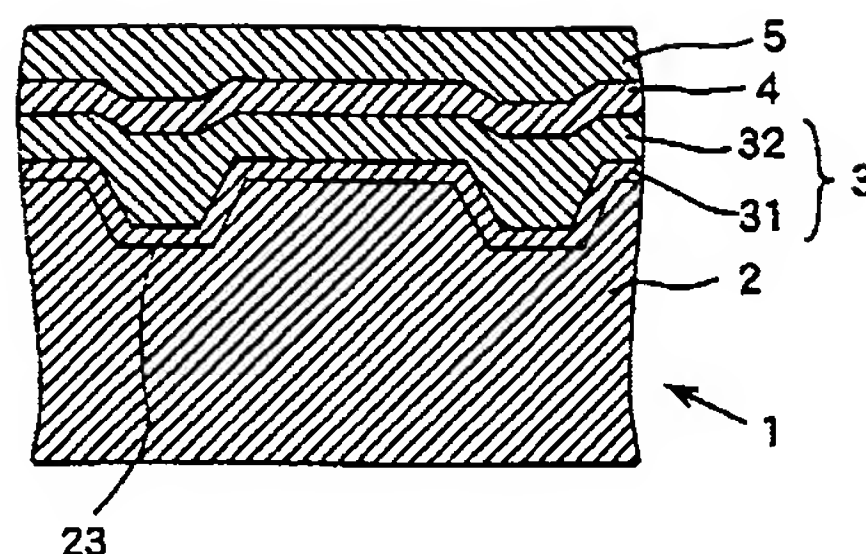


There is provided on the substrate 1 a recording layer 2 that is obtained “by mixing a plurality of dyes having different light absorbing wavelengths from each other” (col. 2, lines 7-24). They disclose numerous dyes that provide absorptions from 400-900 nm.

10. Claims 1 and 3 are rejected under 35 U.S.C. 102(b) as being anticipated by Shinkai et al. (5,776,656).

Shinkai et al. disclose the optical recording medium of Figure 2.

FIG. 2



The disc comprises a substrate 2 upon which a recording layer 3 is situated (col. 68, lines 49-64). The recording layer is made up of two sub-layers 31 and 32. The two sub-layers contain a 'B dye' and 'A dye', respectively. The disc also has a tracking groove 23. In Example 1 at col. 70, line 62 to col. 71, line 61 one formulation of the recording medium of Shinkai et al. is described. Two different dyes of the 'A' and 'B' type are used such that the recording medium may be recorded at 780 nm and read at 635 nm (col. 71, lines 25-32), or conversely it may be recorded 635 nm and read at 780 nm (col. 71, lines 40-46). Shinkai et al. disclose that both of these read/write scenarios satisfactorily meet the Orange Book standards.

Claim Rejections - 35 USC § 103

11. The following is a quotation of 35 U.S.C. 103(a) which forms the basis for all obviousness rejections set forth in this Office action:

(a) A patent may not be obtained though the invention is not identically disclosed or described as set forth in section 102 of this title, if the differences between the subject matter sought to be patented and the prior art are such that the subject matter as a whole would have been obvious at the time the invention was made to a person having ordinary skill in the art to which said subject matter pertains. Patentability shall not be negated by the manner in which the invention was made.

12. Claim 5 is rejected under 35 U.S.C. 103(a) as being unpatentable over Namba et al. (4,412,231), as applied to claim 1, in view of either Durnin (5,500,266) or Yamada et al. (5,635,267).

Namba et al. disclose all the limitations of applicants' claim 1 in section 9 above; however, they fail to disclose a tracking groove comprised of at least two consecutive sections each having different widths.

Durnin discloses an optical storage medium wherein the width of the bottom part of the groove changes from a distance of 0 to the width of the opening of the groove depending on the radial distance from the center of the optical disc, Figure 3.

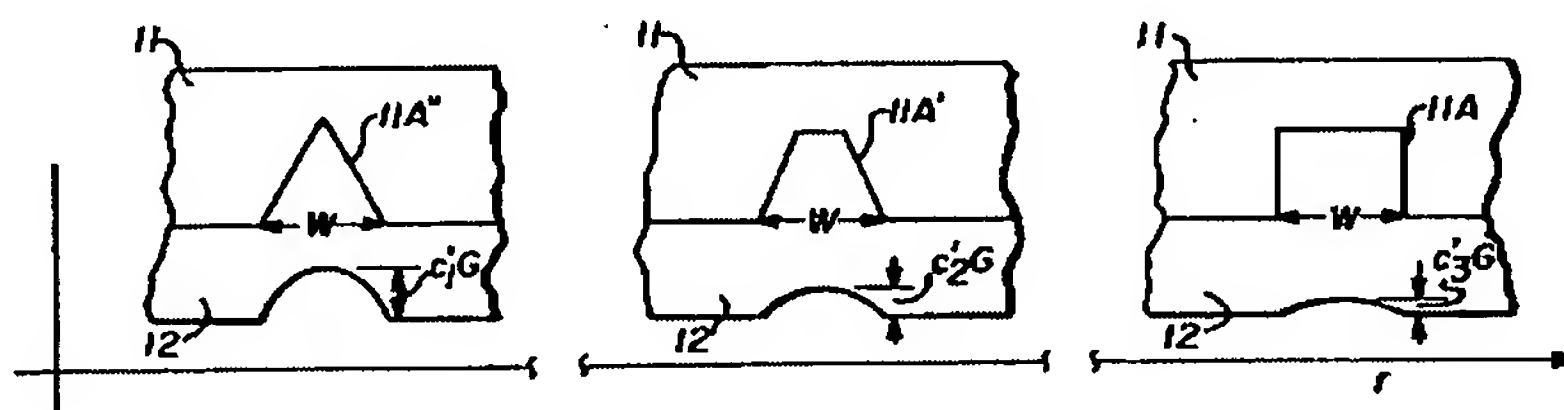


FIG. 3

They disclose that this construction is important to such that the "difference in phase between an optical path through a groove region and an optical path through a neighboring land region is approximately independent of the distance from the center of the disk" (col. 2, lines 22-51).

Yamada et al. disclose an optical recording medium, wherein there is an "outer zone in which the groove width decreases monotonically or stepwise as recording radius decreases" (Abstract and col. 4, lines 61-65). This is done such that the gain and servo control needs not be varied in reproduction (col. 9, lines 24-30).

Since Durnin, Yamada et al., and Namba et al. are all drawn to optical recording media, it would have been obvious to one having ordinary skill in the art at the time the invention was made to combine the prior art knowledge of either Durnin or Yamada et al. into the recording medium of Namba et al. The results of which would have been predictable to one having ordinary skill in the art of optical disc manufacture; further, one of ordinary skill would have recognized that each of the elements would have performed the same in combination as they had separately.

13. Claim 5 is rejected under 35 U.S.C. 103(a) as being unpatentable over Shinkai et al. (5,776,656), as applied to claim 1, in view of either Durnin (5,500,266) or Yamada et al. (5,635,267).

Shinkai et al. disclose all the limitations of applicants' claim 1 in section 10 above; however, they fail to disclose a tracking groove comprised of at least two consecutive sections each having different widths.

Durnin discloses an optical storage medium wherein the width of the bottom part of the groove changes from a distance of 0 to the width of the opening of the groove depending on the radial distance from the center of the optical disc, Figure 3.

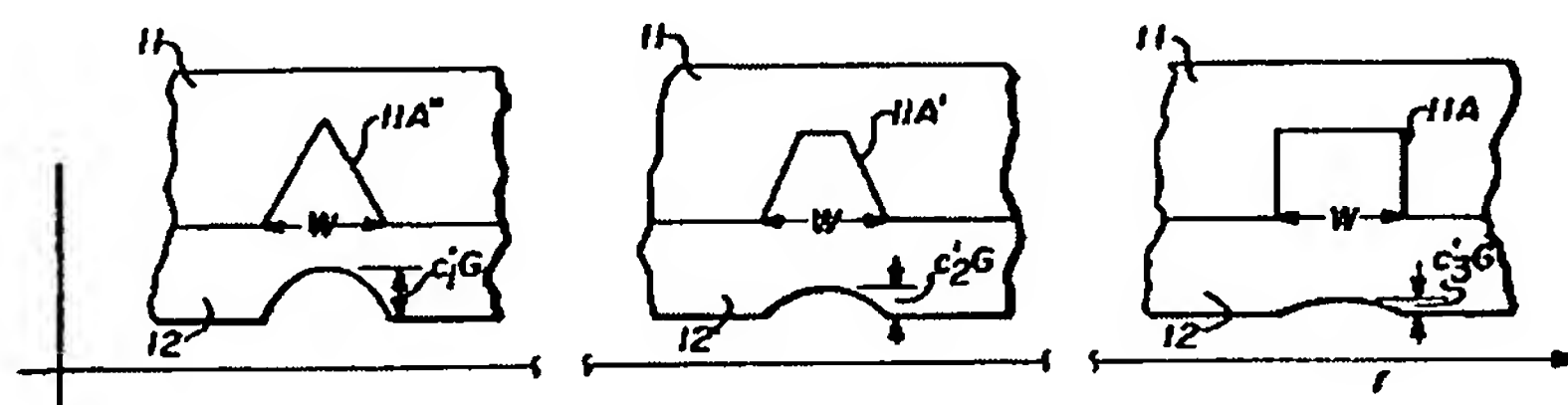


FIG. 3

They disclose that this construction is important to such that the "difference in phase between an optical path through a groove region and an optical path through a neighboring land region is approximately independent of the distance from the center of the disk" (col. 2, lines 22-51).

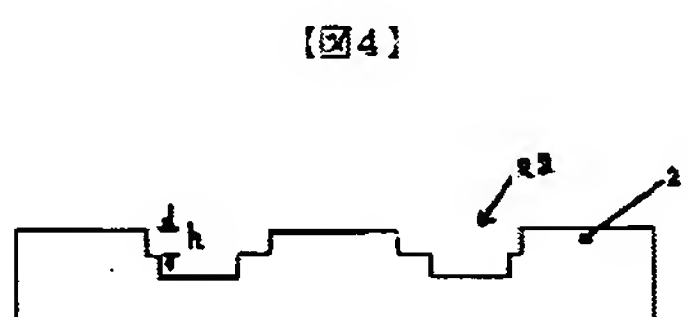
Yamada et al. disclose an optical recording medium, wherein there is an "outer zone in which the groove width decreases monotonically or stepwise as recording radius decreases" (Abstract and col. 4, lines 61-65). This is done such that the gain and servo control needs not be varied in reproduction (col. 9, lines 24-30).

Since Durnin, Yamada et al., and Shinkai et al. are all drawn to optical recording media, it would have been obvious to one having ordinary skill in the art at the time the invention was made to combine the prior art knowledge of either Durnin or Yamada et al. into the recording medium of Shinkai et al. The results of which would have been predictable to one having ordinary skill in the art of optical disc manufacture; further, one of ordinary skill would have recognized that each of the elements would have performed the same in combination as they had separately.

14. Claim 4 is rejected under 35 U.S.C. 103(a) as being unpatentable over Namba et al. (4,412,231) or Shinkai et al. (5,776,656), as applied to claim 1, in view of Murata (JP 2000-155974), machine translation included.

Namba et al. or Shinkai et al. disclose all of the limitations of applicants' claim 1; however they fail to disclose a tracking groove that comprises at least two sub-grooves having different widths.

Murata discloses the design of Figure 4.



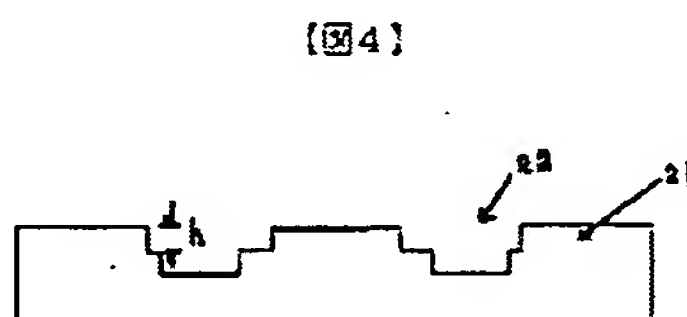
He describes at [0014] that this shape is used in the grooves of an optical recording medium to control the phase differences in an optical recording medium. He states that one may form between 2-5 steps of different widths as seen in Figure 4. This is done such that the disc becomes readable at two different wavelengths, particularly 780 and 650 nm [0027] and [0028].

Since Namba et al., Shinkai et al., and Murata are all drawn to optical recording media, it would have been obvious to one having ordinary skill in the art at the time the invention was made to combine the prior art element of having a stepped or tiered tracking groove structure of Murata within the optical recording media of Namba et al. or Shinkai et al. The results of which would have been predictable to one having ordinary skill; further, one of ordinary skill would have recognized that each of the elements would have performed the same in combination as they had separately.

15. Claim 6 is rejected under 35 U.S.C. 103(a) as being unpatentable over Shinkai et al. (5,776,656), as applied to claim 1, in view of either Durnin (5,500,266) or Yamada et

Shinkai et al., as applied to claim 1, in view of either Durnin or Yamada et al. renders obvious applicants' claim 5 as seen in section 13 above; however, they fail to render obvious the at least two consecutive sections each having different widths comprising at least two sub-grooves having different widths.

Murata discloses the design of Figure 4.



He describes at [0014] that this shape is used in the grooves of an optical recording medium to control the phase differences in an optical recording medium. He states that one may form between 2-5 steps. This is done such that the disc becomes readable at two different wavelengths, particularly 780 and 650 nm [0027] and [0028].

Since Shinkai et al., Durnin, Yamada et al., and Murata are all drawn to optical recording media, it would have been obvious to one having ordinary skill in the art at the time the invention was made to combine the prior art element of having a stepped or tiered tracking groove structure of Murata within the optical recording media of Shinkai et al. in view of Durnin or Yamada et al. The results of which would have been predictable to one having ordinary skill, which includes further control and modification of the phase differences throughout the recording medium; further, one of ordinary skill

would have recognized that each of the elements would have performed the same in combination as they had separately.

Conclusion

16. The prior art made of record and not relied upon is considered pertinent to applicant's disclosure. The relevant prior art not used in the rejection involves the level of ordinary skill with respect to tracking groove structures. The cited 'X reference' EP 0676751 was not used because the Examiner deems the Namba et al. '231 reference to be a more comprehensive reference.

Any inquiry concerning this communication or earlier communications from the examiner should be directed to GERARD T. HIGGINS whose telephone number is (571)270-3467. The examiner can normally be reached on M-F 7:30am-5pm est. (1st Friday off).

If attempts to reach the examiner by telephone are unsuccessful, the examiner's supervisor, Callie Shosho can be reached on 571-272-1123. The fax phone number for the organization where this application or proceeding is assigned is 571-273-8300.

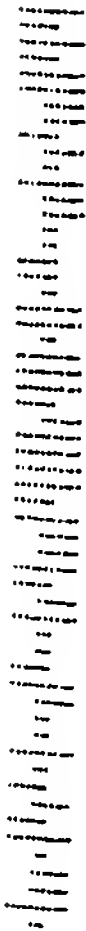
Information regarding the status of an application may be obtained from the Patent Application Information Retrieval (PAIR) system. Status information for published applications may be obtained from either Private PAIR or Public PAIR. Status information for unpublished applications is available through Private PAIR only. For more information about the PAIR system, see <http://pair-direct.uspto.gov>. Should you have questions on access to the Private PAIR system, contact the Electronic Business Center (EBC) at 866-217-9197 (toll-free). If you would like assistance from a USPTO Customer Service Representative or access to the automated information system, call 800-786-9199 (IN USA OR CANADA) or 571-272-1000.

Gerard T Higgins, Ph.D.
Examiner
Art Unit 1794

/Gerard T Higgins, Ph.D./
Examiner, Art Unit 1794

/Callie E. Shosho/
Supervisory Patent Examiner, Art Unit 1794

UNITED STATES POSTAGE

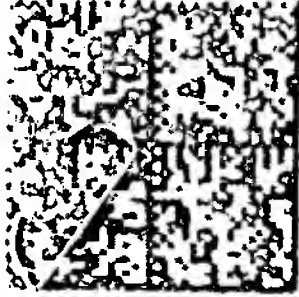


Alexandria, VA 22313-1450

If Undeliverable Return in Ten Days

OFFICIAL BUSINESS
PENALTY FOR PRIVATE USE, \$300

AN EQUAL OPPORTUNITY EMPLOYER



UNITED STATES POSTAGE
\$ 02.33⁰
3004244903 MAR 12 2008
MAILED FROM ZIP CODE 22314

RECEIVED
MAR 14 2008
USPTO MAIL CENTER

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)	Application Number		10567839
	Filing Date		2006-02-08
	First Named Inventor	Erwin R. MEINDERS, ET AL	
	Art Unit	2655 1794	
	Examiner Name	Higgins, Gerard	
	Attorney Docket Number	NL031422	

U.S.PATENTS							Remove
Examiner Initial*	Cite No	Patent Number	Kind Code ¹	Issue Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	
	1	5776656		1998-07-07	SHINKAI ET AL		
	2	5168029		1992-12-01	IGARASHI ET AL		
If you wish to add additional U.S. Patent citation information please click the Add button.							Add
U.S.PATENT APPLICATION PUBLICATIONS							Remove
Examiner Initial*	Cite No	Publication Number	Kind Code ¹	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	
	1	20030006516	A1	2003-01-09	BERNETH ET AL		
	2	20010038596		2001-11-08	XU ET AL		
	3	20020132082	A1	2002-09-19	HENDRIKS		
	4	20020197439	A1	2002-12-26	BERNETH ET AL		
If you wish to add additional U.S. Published Application citation information please click the Add button.							Add
FOREIGN PATENT DOCUMENTS							Remove

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)	Application Number		10567839
	Filing Date		2006-02-08
	First Named Inventor	Erwin R. MEINDERS, ET AL	
	Art Unit	2655 1794	
	Examiner Name	Higgins, Gerard	
	Attorney Docket Number	NL031422	

Examiner Initial*	Cite No	Foreign Document Number ³	Country Code ²	Kind Code ⁴	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	T ⁵
	1	0676751	EP	A1	1995-10-11	MITSUI TOATSU CHEM INC		<input type="checkbox"/>
	2	08111034	JP	A	1996-04-30	MITSUI TOATSU CHEM INC		<input type="checkbox"/>

If you wish to add additional Foreign Patent Document citation information please click the Add button

NON-PATENT LITERATURE DOCUMENTS

Examiner Initials*	Cite No	Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc), date, pages(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published.	T ⁵
	1	ISR, THE WRITTEN OPINION OF THE INTERNATIONAL SEARCHING.	<input type="checkbox"/>
	2	ISR Publication, International Publication Number WO2005/017886(A3)	<input type="checkbox"/>

If you wish to add additional non-patent literature document citation information please click the Add button

EXAMINER SIGNATURE

Examiner Signature	/Gerard Higgins/	Date Considered	02/26/2008
--------------------	------------------	-----------------	------------

*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through a citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

¹ See Kind Codes of USPTO Patent Documents at www.USPTO.GOV or MPEP 901.04. ² Enter office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). ³ For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. ⁴ Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. ⁵ Applicant is to place a check mark here if English language translation is attached.

**INFORMATION DISCLOSURE
STATEMENT BY APPLICANT**
(Not for submission under 37 CFR 1.99)

Application Number	10567839
Filing Date	2006-02-08
First Named Inventor	Erwin R. MEINDERS, ET AL
Art Unit	2655
Examiner Name	
Attorney Docket Number	NL031422

CERTIFICATION STATEMENT

Please see 37 CFR 1.97 and 1.98 to make the appropriate selection(s):

☐ That each item of information contained in the information disclosure statement was first cited in any communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than three months prior to the filing of the information disclosure statement. See 37 CFR 1.97(e)(1).

OR

☐ That no item of information contained in the information disclosure statement was cited in a communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application, and, to the knowledge of the person signing the certification after making reasonable inquiry, no item of information contained in the information disclosure statement was known to any individual designated in 37 CFR 1.56(c) more than three months prior to the filing of the information disclosure statement. See 37 CFR 1.97(e)(2).

☐ See attached certification statement.

☐ Fee set forth in 37 CFR 1.17 (p) has been submitted herewith.

☒ None

SIGNATURE

A signature of the applicant or representative is required in accordance with CFR 1.33, 10.18. Please see CFR 1.4(d) for the form of the signature.

Signature	/Michael E. Belk/	Date (YYYY-MM-DD)	2007-08-01
Name/Print	Michael E. Belk	Registration Number	33,357

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 1 hour to complete, including gathering, preparing and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

Notice of References Cited	Application/Control No. 10/567,839	Applicant(s)/Patent Under Reexamination MEINDERS ET AL.	
	Examiner GERARD T. HIGGINS	Art Unit 1794	Page 1 of 1

U.S. PATENT DOCUMENTS

*		Document Number Country Code-Number-Kind Code	Date MM-YYYY	Name	Classification
*	A	US-4,412,231 A	10-1983	Namba et al.	346/135.1
*	B	US-5,500,266 A	03-1996	Durnin, James E.	428/64.1
*	C	US-5,635,267 A	06-1997	Yamada et al.	428/64.4
*	D	US-5,682,375 A	10-1997	Imataki, Hiroyuki	369/275.4
*	E	US-2001/0030937 A1	10-2001	Sakamoto et al.	369/277
*	F	US-2002/0090580 A1	07-2002	Asanuma et al.	430/321
*	G	US-6,700,862 B2	03-2004	Tsukuda et al.	369/275.4
	H	US-			
	I	US-			
	J	US-			
	K	US-			
	L	US-			
	M	US-			

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

*		Document Number Country Code-Number-Kind Code	Date MM-YYYY	Country	Name	Classification
	N	JP 2005331869 A	12-2005	Japan	YOKOCHI, YOSHINARI	
	O	JP 2000155974 A	06-2000	Japan	MURATA, KOICHI	
	P					
	Q					
	R					
	S					
	T					

NON-PATENT DOCUMENTS

*		Include as applicable: Author, Title Date, Publisher, Edition or Volume, Pertinent Pages)
	U	Machine translation of claims for JP 2000-155974 A□□Imported as Jp2000155974_clm.pdf
	V	Machine translation of detailed description for JP 2000-155974 A□□Imported as Jp2000155974_detail.pdf
	W	
	X	

*A copy of this reference is not being furnished with this Office action. (See MPEP § 707.05(a).)
Dates in MM-YYYY format are publication dates. Classifications may be US or foreign.

Privacy Act Statement

The Privacy Act of 1974 (P.L. 93-579) requires that you be given certain information in connection with your submission of the attached form related to a patent application or patent. Accordingly, pursuant to the requirements of the Act, please be advised that: (1) the general authority for the collection of this information is 35 U.S.C. 2(b)(2); (2) furnishing of the information solicited is voluntary; and (3) the principal purpose for which the information is used by the U.S. Patent and Trademark Office is to process and/or examine your submission related to a patent application or patent. If you do not furnish the requested information, the U.S. Patent and Trademark Office may not be able to process and/or examine your submission, which may result in termination of proceedings or abandonment of the application or expiration of the patent.

The information provided by you in this form will be subject to the following routine uses:

1. The information on this form will be treated confidentially to the extent allowed under the Freedom of Information Act (5 U.S.C. 552) and the Privacy Act (5 U.S.C. 552a). Records from this system of records may be disclosed to the Department of Justice to determine whether the Freedom of Information Act requires disclosure of these records.
2. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, in the course of presenting evidence to a court, magistrate, or administrative tribunal, including disclosures to opposing counsel in the course of settlement negotiations.
3. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Member of Congress submitting a request involving an individual, to whom the record pertains, when the individual has requested assistance from the Member with respect to the subject matter of the record.
4. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a contractor of the Agency having need for the information in order to perform a contract. Recipients of information shall be required to comply with the requirements of the Privacy Act of 1974, as amended, pursuant to 5 U.S.C. 552a(m).
5. A record related to an International Application filed under the Patent Cooperation Treaty in this system of records may be disclosed, as a routine use, to the International Bureau of the World Intellectual Property Organization, pursuant to the Patent Cooperation Treaty.
6. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to another federal agency for purposes of National Security review (35 U.S.C. 181) and for review pursuant to the Atomic Energy Act (42 U.S.C. 218(c)).
7. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the Administrator, General Services, or his/her designee, during an inspection of records conducted by GSA as part of that agency's responsibility to recommend improvements in records management practices and programs, under authority of 44 U.S.C. 2904 and 2906. Such disclosure shall be made in accordance with the GSA regulations governing inspection of records for this purpose, and any other relevant (i.e., GSA or Commerce) directive. Such disclosure shall not be used to make determinations about individuals.
8. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the public after either publication of the application pursuant to 35 U.S.C. 122(b) or issuance of a patent pursuant to 35 U.S.C. 151. Further, a record may be disclosed, subject to the limitations of 37 CFR 1.14, as a routine use, to the public if the record was filed in an application which became abandoned or in which the proceedings were terminated and which application is referenced by either a published application, an application open to public inspections or an issued patent.
9. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Federal, State, or local law enforcement agency, if the USPTO becomes aware of a violation or potential violation of law or regulation.

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /G.H./

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-155974
(P2000-155974A)

(43) 公開日 平成12年6月6日(2000.6.6)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
G 1 1 B	7/135	G 1 1 B	A 5 D 1 1 9
	7/125		A
	7/13		

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 6 頁)

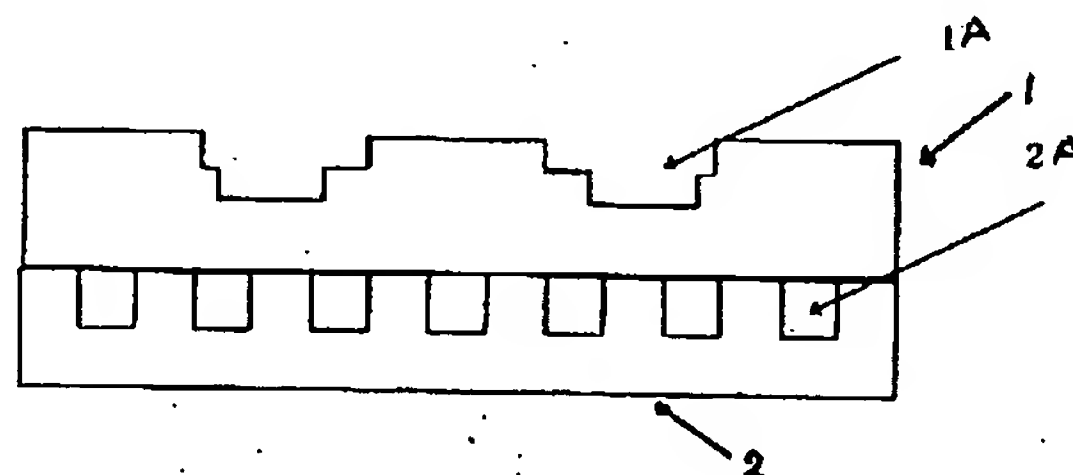
(21) 出願番号	特願平10-329896	(71) 出願人	000000044 旭硝子株式会社 東京都千代田区有楽町一丁目12番1号
(22) 出願日	平成10年11月19日(1998. 11. 19)	(72) 発明者	村田 浩一 神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地 旭硝子株式会社内
		Fターム(参考)	5D119 AA41 BA01 CA16 EC47 FA08 JA16 JA23

(54) 【発明の名称】 位相制御素子及びこれを用いた光ヘッド装置

(57) 【要約】

【課題】 出射光の波長が異なる2つの光源を有する光ヘッド装置で使用する、小型で軽量化され、光の位相を変化させる位相制御素子を得る。

【解決手段】 平面形状が環状で断面形状が階段状の溝1 Aを有する位相制御用の基板1とビームスプリッタ用ホログラム2 Aが形成されているホログラム用の基板2とを一体化して位相制御素子とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】光の位相を変化させる位相制御素子において、平面形状が環状で断面形状が階段状の溝を有する位相制御用の基板にビームスプリッタ用ホログラムが一体化されていることを特徴とする光ヘッド装置用の位相制御素子。

【請求項2】ビームスプリッタ用ホログラムが複屈折性の光学材料と光学的等方性材料とから構成されており、いずれか一方の材料により形成された格子状の凹凸部に他方の材料が組み合わされたものである請求項1に記載の位相制御素子。

【請求項3】波長がそれぞれ異なる2つの光源からの出射光を光記録媒体へ導き、光記録媒体からの反射光を検出する光検出器とを少なくとも備えた光ヘッド装置において、光源と光記録媒体との間に請求項1又は2に記載の位相制御素子が配された光ヘッド装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ディスクなどの光記録媒体用の記録装置や再生装置などに用いる光ヘッド装置用の位相制御素子及びこれを用いた光ヘッド装置に関する。

【0002】

【従来の技術】CD-Rを含むCD系の光記録媒体（以後、光ディスクで代表する）の記録再生のために、光源として波長が780nm帯の半導体レーザとNA（開口数）が0.45の対物レンズ及び厚さが1.2mmの光ディスクが使用される。一方DVD系の光ディスクの記録再生には、光源として波長が650nm帯の半導体レーザとNAが0.6の対物レンズ及び厚さが0.6mmの光ディスクが使用される。

【0003】したがって、一つの光ヘッド装置でCD系とDVD系との両系の光ディスクの記録再生を実現させるには、CD系とDVD系用のそれぞれの発振波長の半導体レーザを2個、及びそれぞれのNAに対応した2個の対物レンズを使用する。しかし、この方式では、光学系が2系統となるため光ヘッド装置の体積が大きく、重量も重く、部品点数が多いため組立工程が複雑であるなどの欠点があった。

【0004】これらの欠点を解決するため、波長の異なる半導体レーザからの光を波長選択性の合成分離ミラーで合成分離し同一の対物レンズを使用してコンパクトな光ヘッド装置を構成することが提案されているが、前述のようにCD系とDVD系の光ディスクでは対物レンズに要求されるNAが異なる。そのため、両系の光ディスクを同一の対物レンズを使用し記録再生する場合、対物レンズのNAを波長に応じて変える必要がある。

【0005】この波長に応じて変える方法として光軸を含む対物レンズの中心領域では、2つの波長帯の光は直進透過させ、光軸を含まない対物レンズの周辺領域では

大きなNAが必要な波長650nmの光は直線的に透過させ、小さなNAでもよい波長780nmの光は反射させる。このように、一つの波長に対しては周辺領域で直線透過率を低くする機能を有した波長選択性の絞りを、光ディスクと光源との間に配置することによりCD系とDVD系での光ディスクの波長に対するNAの切替を行っている。しかし、CD系とDVD系では光ディスクの厚さが異なるので、発生する球面収差をこのような開口制御（NA制御）のみでは十分に低減させることは困難であった。

【0006】一方、光ディスク用の光ヘッド装置においては、半導体レーザからの出射光が光ディスクで反射されて戻り光となり、この戻り光をビームスプリッタを用いて光検出器である受光素子に導く必要がある。このビームスプリッタとして、異なる波長の半導体レーザ光を合成分離するための前述の合成分離ミラーに加えて、この合成分離ミラーによって分離されたそれぞれの波長の光を上記の受光素子へ導くためのハーフミラーがさらに必要となる。したがって、このように部品点数が多くなって、組立工程が複雑となり生産性が下がる。また、このハーフミラーは通常入射光方向に対し90度方向に光を反射するように使用するために、光ヘッド装置の小型化も困難であった。

【0007】この小型化のため、このビームスプリッタとしてホログラム素子を用いることが提案されている。このホログラフィックビームスプリッタは、光の進行方向を回折によって曲げて、半導体レーザの近くに配置した受光素子に光を導くことができる。

【0008】このホログラフィックビームスプリッタを半導体レーザと対物レンズとの間の、半導体レーザに近い側に配置すると、2つの異なる波長の半導体レーザの近くにそれぞれのホログラム素子が必要となり部品点数が増加する。また、特にDVD系の光ディスクの再生時には、ホログラム素子を対物レンズと一体に駆動した方がトラッキングの精度が高くなる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、従来技術が有していた前述の問題を解決する位相制御素子及びこれを用いた光ヘッド装置を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、前述の課題に鑑みてなされたものであり、光の位相を変化させる位相制御素子において、平面形状が環状で断面形状が階段状の溝を有する位相制御用の基板にビームスプリッタ用ホログラムが一体化されていることを特徴とする光ヘッド装置用の位相制御素子を提供する。また、ビームスプリッタ用ホログラムが複屈折性の光学材料と光学的等方性材料とから構成されており、いずれか一方の材料により形成された格子状の凹凸部に他方の材料が組み合わされたものである上記の位相制御素子を提供する。

【0011】また、波長がそれぞれ異なる2つの光源からの出射光を光記録媒体へ導き、光記録媒体からの反射光を検出する光検出器とを少なくとも備えた光ヘッド装置において、光源と光記録媒体との間に上記の位相制御素子が配された光ヘッド装置を提供する。

【0012】

【発明の実施の形態】厚さ0.6mmのDVD系の光ディスクに対して最適化されたNA0.6の対物レンズを使用して、厚さ1.2mmのCD系の光ディスクを再生すると例えば図2に示すような位相差を有する球面収差が発生する。この図2では位相差の断面を表しており、実際には3次元的で周辺部の盛り上がったドーナツ状で、かつ環状である。

【0013】この球面収差を補正するには、図2と逆符号の位相差を発生する位相制御素子を用いればよい。具体的には、ガラス基板などと空気との界面にこの位相差形状の溝を形成する場合には、ガラス基板などの屈折率を n_g としたとき、与えたい位相差形状 ϕ を $(n_g - 1)$ で除した形状をガラス基板などの表面に形成すればよい。しかし、このような3次元曲面は、CD系の光ディスク再生時には球面収差を補正するが、DVD系の光ディスク再生時には球面収差を逆に悪化させる。

【0014】本発明においては、上記の位相差形状を階段状であるステップ形状で近似する。図4には、基板21に形成された平面形状が環状で断面形状がステップ形状の溝22が示してあり、段差h（隣接するステップ間の高度差）を有する。形成される段数は通常2～5段である。ここで環状とは完全な円形である必要はなく多少楕円に近くてもよく、さらに円形が繋がってなく部分的に切れていてもよい。また、溝の形成方法にはフォトリソグラフィとエッチングを組み合わせる方法、プレス法、射出成形法などがあり、溝の形成される材料に応じて適切な方法が選択される。

【0015】段差hから発生する位相差は $2\pi(n-1)h/\lambda$ で表せる。波長 $\lambda=650\text{nm}$ のDVD系の光ディスク使用時には位相を変化させないために、hを適切に選択して ϕ を 2π とする。例えば、屈折率 $n=1.5$ のとき $h=1.3\mu\text{m}$ とすることで、実質的に波長 650nm の光に対しては位相を変化させない。

【0016】一方このような段差に波長780nmの光を透過させると、 1.67π の位相差が発生する。図4のように、この段差を複数個作成すること、すなわち階段状に溝を形成することで、波長780nmの光に対してのみ位相を変化させ得る。このことを利用して、基板に平面形状が環状で断面形状が階段状の溝を形成することで入射光の位相を制御し球面収差を補正できる。

【0017】ここで使用する基板は、光透過性がよく耐久性があり、屈折率が適切に選択されていれぼどのような材料でもよく、例えばガラスのほか、アクリル樹脂、ポリカーボネート、ポリ塩化ビニルなどがある。しか

し、ガラス基板は高い光透過性と高い耐久性を有するので好ましい。

【0018】さらに図1に示すように、平面形状が環状で断面形状が階段状の溝1Aを形成した位相制御用の基板1とビームスプリッタ用ホログラム2Aを形成したホログラム用の基板2とを一体化する。このように一体化することで部品点数を減らすことができ、小型化や軽量化ができ、さらには光ヘッド装置の組立が容易になる。また、このように一体化することで、位相制御用の溝とホログラムの凹凸間との位置精度もよくなり生産の歩留まりを向上させることもできる。

【0019】一体化の方法としては位相制御用の溝を形成した基板の裏面にホログラムを形成してもよいし、位相制御用の溝を形成した基板とホログラムを形成した基板を積層してもよい。後者の積層をする場合、基板の位相制御用の溝を形成した面とホログラムの格子を形成した面が、図1のように面の同じ側にあってもよいし、形成面が向き合っている面でもよいし、形成面が逆に背を向いている面でもよい。

【0020】この位相制御素子にさらに入／4板などの波長板を一体化することにより、光ディスクへ向かう光及び光ディスクからの反射戻り光の偏光特性を制御でき、さらに好ましい。

【0021】また、一体化するホログラムとしては、複屈折性を有する光学材料に格子状の凹凸部が設けられ、その凹凸部が他の光学的等方性材料によって充填されている偏光ホログラムを使用することが好ましい。この偏光ホログラムは光利用効率が高いので好ましい。この複屈折性を有する光学材料の凹凸部に充填する光学的等方性材料の屈折率は、光利用効率を高めたい場合、複屈折性の光学材料の常光屈折率又は異常屈折率のいずれかに等しくする。

【0022】上記においては、複屈折性の光学材料に格子状の凹凸部を設けて、この凹凸部に光学的等方性材料を充填することを述べたが、その逆であってもよい。すなわち、光学的等方性材料に格子状の凹凸部を設けて、この凹凸部に複屈折性の光学材料を充填してもよい。また、複屈折性の光学材料に格子状の凹凸部を設けて、光学的等方性材料に格子状の凹凸部を設けて、両方の凹凸部を嵌合させてもよい。

【0023】この偏光ホログラムは、入射する光の偏光方向により回折効率が異なるもので、光源から光ディスクに向かう出射光の往路では高透過率の偏光方向とし、光ディスクにより反射され戻ってくる出射光の復路では $\lambda/4$ 板などにより偏光方向を回転させ、高回折効率の偏光方向とすることが望ましい。このように偏光方向を変化させることで往路の不要回折光を減らすことができ好ましい。

【0024】光ディスクの基盤にたとえ複屈折性があっても光ディスクにより反射され戻ってくる出射光に含ま

れている情報が検出できるようにするためには、光学的等方性材料の屈折率が、複屈折性の光学材料の常光屈折率及び異常屈折率のいずれにも等しくないように設定する。この場合、光の利用効率は低下する。

【0025】上記の偏光ホログラムは、 LiNbO_3 などの複屈折性の光学単結晶を用いても作成できるが、複屈折性の有機薄膜、特に高分子液晶の薄膜に格子状の凹凸部を作成し他の光学的等方性材料でその格子部分を充填することが作成の容易性、屈折率の選択性の自由度の観点から好ましい。さらに、有機薄膜により作成した偏

光ホログラムは材料費や加工コストが低くて好ましい。光学的等方性材料としては、アクリル系高分子、エポキシ系高分子、ウレタン系高分子などが挙げられる。

【0026】位相制御用の溝を形成した基板は、前述のように段差を制御し波長650nmの光に対して位相を 2π ずらせることにより、この波長では実質的に位相差が生じず、波長780nmの光に対しては位相差が生じる。このため段差の精密制御が必要である。段差を大きくすることにより位相差の制御性を上げる場合には、段差を設けている基板の屈折率を小さくするか、又は基板の階段状の溝の部分に他の光学材料を充填することにより2つの材料の屈折率差を小さくして位相差を発生させることが好ましい。

【0027】また、DVD系とCD系の光ディスクでは要求されるNAが異なり、CD系の光ディスク再生時にはNAがDVD系のそれより小さく、対物レンズや位相制御素子の周辺部を使用しないように制限することが好ましい。そのため、位相制御素子の周辺部に、DVD系の光ディスク用の波長650nmの光は透過するがCD系の光ディスク用の波長780nmの光は透過しない、波長選択性の開口制御フィルタを使用できる。

【0028】また、CD系の光ディスク再生時には位相制御素子の周辺部透過光の位相がずれるように光学設計して、光ディスク面上に有効に出射光が集光しないように収差を発生させて、実質的に開口制御できる。この場合は、波長選択性の開口制御フィルタを省くことができ、使用部品の点数が減らせて好ましい。

【0029】さらに、上述の位相制御素子を、波長がそれぞれ異なる2つの光源からの出射光を光記録媒体へ導き、光記録媒体からの反射光を検出する光検出器とを少なくとも備えた光ヘッド装置の、光源と光記録媒体との間に配置することが好ましい。

【0030】本発明の位相制御素子を光ヘッド装置に組み込むことにより、波面収差が小さくなり、したがって光ディスクからの反射光である信号光のノイズを低減することができる。本発明の位相制御素子を使用すると、この装置の構成部品点数が低減でき、この分体積も小さくなり、さらに、光ヘッド装置作成の工程数が低減でき生産性も向上する。

【0031】

【実施例】以下、図面を参照しながら本実施例について説明する。ここで使用した、2つの半導体レーザの発振波長は、650nmと780nmであった。

【0032】まず、位相制御用の階段状の溝について説明する。使用した基板の屈折率 $n=1.5$ であり段差 $h=1.3\mu\text{m}$ とすることで、実質的に波長650nmの光に対しては位相を変化させないようにした。一方この段差に波長780nmの光を透過させると、 1.67π の位相差を発生させることができた。すなわち、図4のように、この段差を2段に作成することで、波長780nmの光に対してのみ位相を変化させた。この位相制御用の溝を形成した基板を用いたときの位相差を図3に示した。

【0033】この位相制御用の溝を形成した基板とビームスプリッタ用ホログラムが形成された基板とを積層して一体化して位相制御素子とし、この位相制御素子を光ヘッド装置に組み込んだ(図5)。

【0034】このホログラムとしては、複屈折性を有する高分子液晶の薄膜に格子状の凹凸部を設け、この高分子液晶の常光屈折率とほぼ等しい屈折率を有する光学的等方性材料で、高分子液晶の薄膜の凹凸部を充填した偏光ホログラムを用いた。この偏光ホログラムは、入射する光の偏光方向により回折効率が異なるもので、半導体レーザから光ディスクに向かう往路では高透過率の偏光方向を利用し、また復路では $\lambda/4$ 板により偏光方向を回転させ高回折効率の偏光方向を利用し、光検出器に光を導くことができる。ここで用いた $\lambda/4$ 板は2つの波長650nmと780nmの平均の波長に対する $1/4$ の位相差とした。

【0035】図5の光ヘッド装置において、光源は、DVD系の光ディスク用の波長650nmの半導体レーザ9AとCD系の光ディスク用の波長780nmの半導体レーザ9Bからの出射光はそれぞれのコリメートレンズ10A、10Bを透過し波長選択性プリズムミラー7により光軸を一致させ、本発明の偏光ホログラム付きの位相制御素子6を透過し、 $\lambda/4$ 板透過後、対物レンズ5により光ディスク4の面に集光する。この光ディスク4のビット情報を有した反射光は再び $\lambda/4$ 板透過後、対物レンズ5を透過し、偏光ホログラムにより光軸をわずかに曲げ、各光検出器11A、11Bに到達する。 $\lambda/4$ 板の役割は上記したとおりである。

【0036】ここで、DVD系の光ディスク用の半導体レーザを9B、CD系の光ディスク用の半導体レーザを9Aとしてもよい。この場合、波長選択性プリズムミラー7の反射特性は上記の場合と異なり、波長650nmの光を反射することとなる。

【0037】CD系の光ディスク再生時にこの位相制御素子を用いないときの波面収差 $0.14\lambda_{\text{rms}}$ に対し、この位相制御素子を挿入することにより、波面収差は $0.018\lambda_{\text{rms}}$ まで小さくできた。これによって、光

ディスクからの反射光である情報光のノイズを低減できた。また、光ヘッド装置の構成部品点数を減らすことができ、小型化が実現できた。

【0038】

【発明の効果】本発明により、位相制御用の階段状の溝を形成した基板とビームスプリッタ用ホログラムが形成された基板とが一体化されたため、部品点数を低減でき、さらに小型化と軽量化が実現した。

【0039】また、光ヘッド装置として組み込む場合、初めから両基板を一体化しているため、両基板の位置合わせ精度も高く、組み立て工程で両基板の位置合わせの必要がないことに加え、構成部品点数が少ないことにより生産性を上げることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の、ホログラムと一体化した位相制御素子の概念図。

【図2】CD系光ディスク再生時に発生する球面収差の一例を示す概念図。

【図3】本発明の位相制御素子による収差補正の一例を示す概念図。

20

【図4】本発明の位相制御素子の凹凸形状の一例を示す概念図。

【図5】本発明の、ホログラムと一体化した位相制御素子を用いた光ヘッド装置の構成の一例を示す概念図。

【符号の説明】

1A：平面形状が環状で断面形状が階段状の溝

1：位相制御用の基板1

2A：ビームスプリッタ用ホログラム

2：ホログラム用の基板

4：光ディスク

5：対物レンズ

6：位相制御素子

7：波長選択性ビームスプリッタ

9A、9B：半導体レーザ

10A、10B：コリメートレンズ

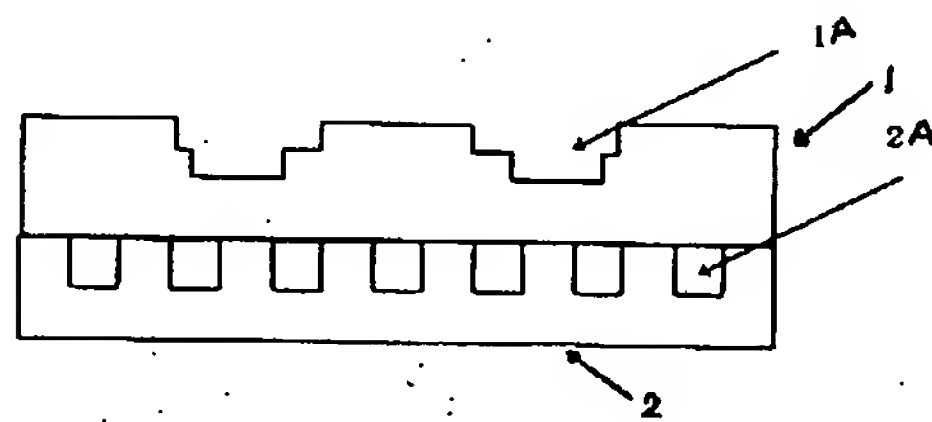
11A、11B：光検出器

15： $\lambda/4$ 板

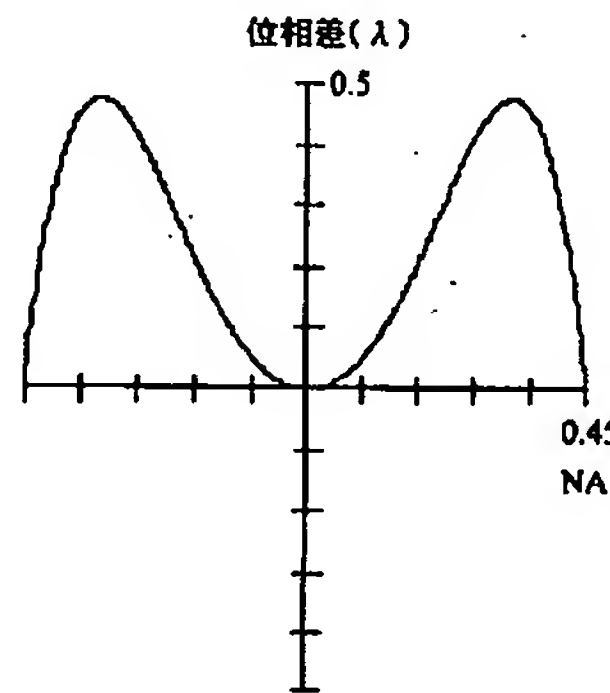
21：基板

22：平面形状が環状で断面形状がステップ形状の溝

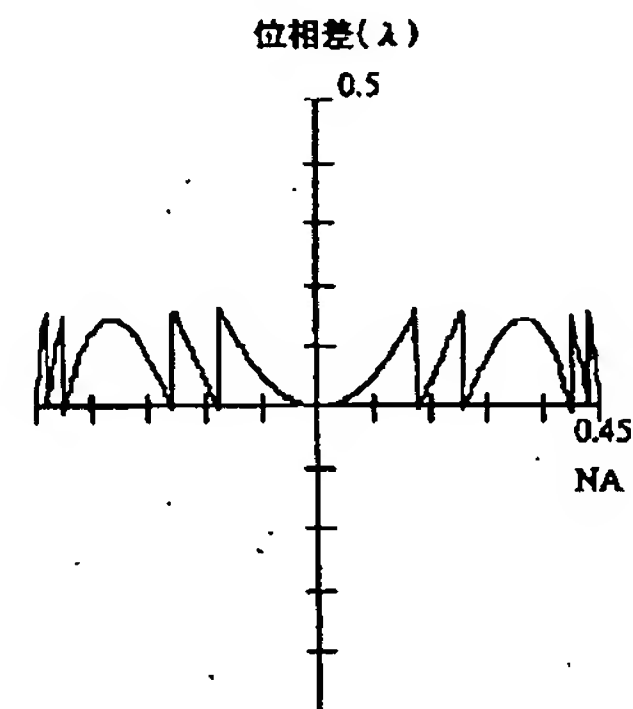
【図1】



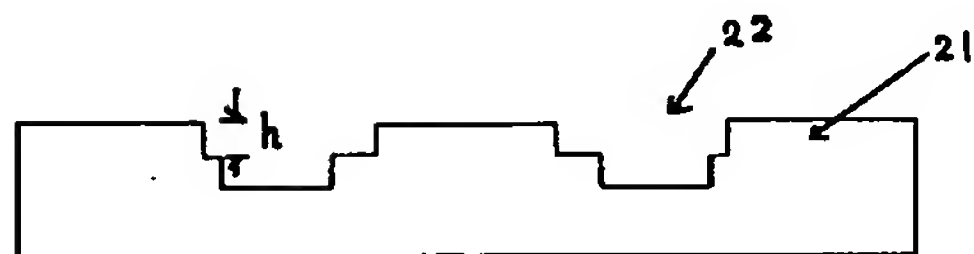
【図2】



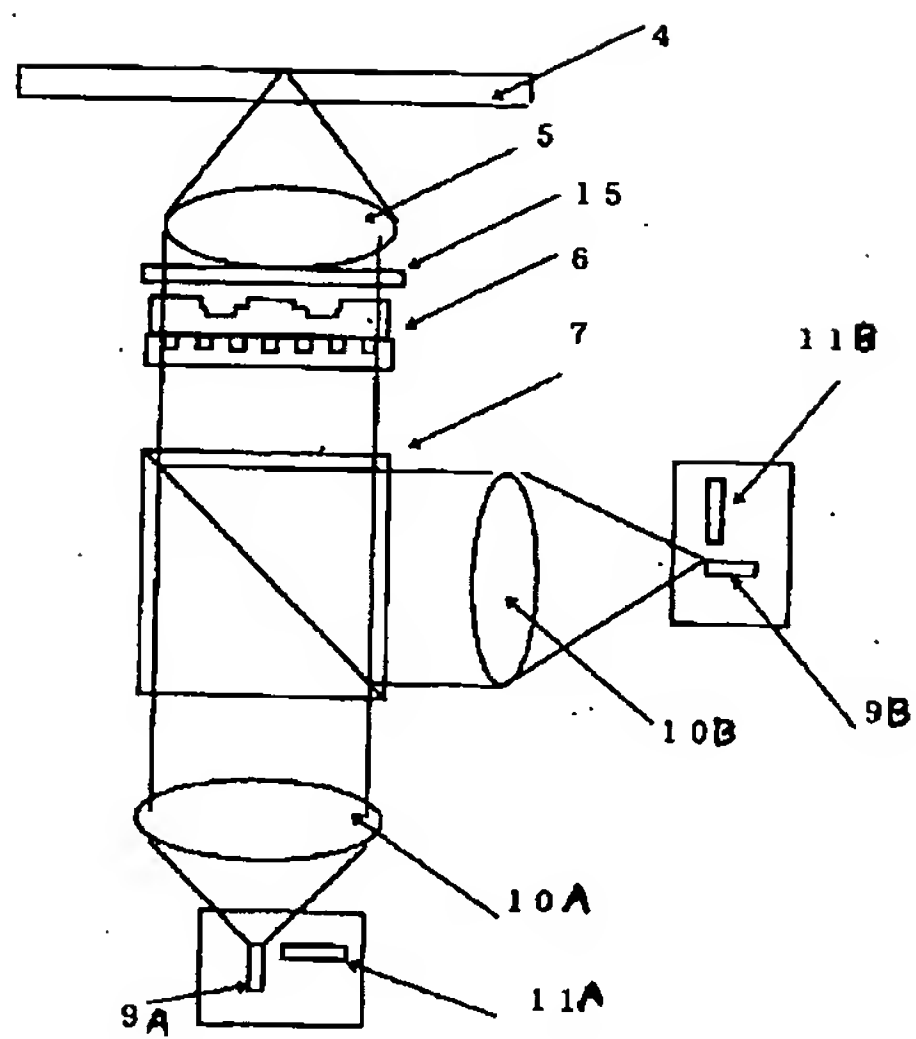
【図3】



【図4】



【図5】



DERWENT-ACC-NO: 2000-437579

DERWENT-WEEK: 200038

COPYRIGHT 2008 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Phase control element for optical head of recording devices, has substrate with hologram for beam splitters integrated with substrate having cross-section in its step-like groove

INVENTOR: MURATA K

PATENT-ASSIGNEE: ASAHI GLASS CO LTD[ASAG]

PRIORITY-DATA: 1998JP-329896 (November 19, 1998)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
JP 2000155974 A	June 6, 2000	JA

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL- DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP2000155974A	N/A	1998JP- 329896	November 19, 1998

INT-CL-CURRENT:

TYPE	IPC DATE
CIPP	G11B7/125 20060101

CIPS G11B7/13 20060101
CIPS G11B7/135 20060101

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 2000155974 A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - A substrate (2) with hologram (2A) for beam splitters is integrated with substrate (1) having step-like groove (1A) on its cross-sectional shape.

USE - For optical head used for optical recording and reproducing device such as compact disc (CD), digital video disc (DVD), etc.

ADVANTAGE - Since substrate with hologram is integrated with substrate for phase control, number of unit required is reduced and therefore size and weight reduction is attained. Since both substrates are integrated at starting itself, alignment accuracy is high and therefore productivity is raised.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows conceptual diagram of the phase control element.

Substrate (1)

Groove (1A)

Substrate (2)

Hologram (2A)

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/5

TITLE-TERMS: PHASE CONTROL ELEMENT OPTICAL HEAD
RECORD DEVICE SUBSTRATE HOLOGRAM BEAM
SPLIT INTEGRATE CROSS SECTION STEP
GROOVE

DERWENT-CLASS: T03

EPI-CODES: T03-B02B7; T03-D01C;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: 2000-327482

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-331869

(P2005-331869A)

(43) 公開日 平成17年12月2日(2005.12.2)

(51) Int. Cl. ⁷	F 1	テーマコード (参考)
G 0 2 B 5/18	G 0 2 B 5/18	2 H 0 4 9
G 0 3 F 7/20	G 0 3 F 7/20 5 0 1	2 H 0 9 7
G 1 1 B 7/135	G 1 1 B 7/135 A	5 D 7 8 9
G 1 1 B 7/22	G 1 1 B 7/22	5 F 0 4 6
H 0 1 L 21/027	H 0 1 L 21/30 5 7 3	
審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 12 頁)		
(21) 出願番号 特願2004-152231 (P2004-152231)	(71) 出願人 000004329 日本ビクター株式会社 神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地	
(22) 出願日 平成16年5月21日(2004.5.21)	(74) 代理人 100090125 弁理士 浅井 章弘	
	(72) 発明者 横地 良也 神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ビクター株式会社内	
	Fターム(参考) 2H049 AA33 AA37 AA48 AA57 AA59 AA63 2H097 AA12 AA16 FA09 LA15 LA17 5D789 AA38 AA43 JA03 JA13 JA22 JA46 NA05 5F046 AA20 AA26 NA08 NA09 NA14 NA17	

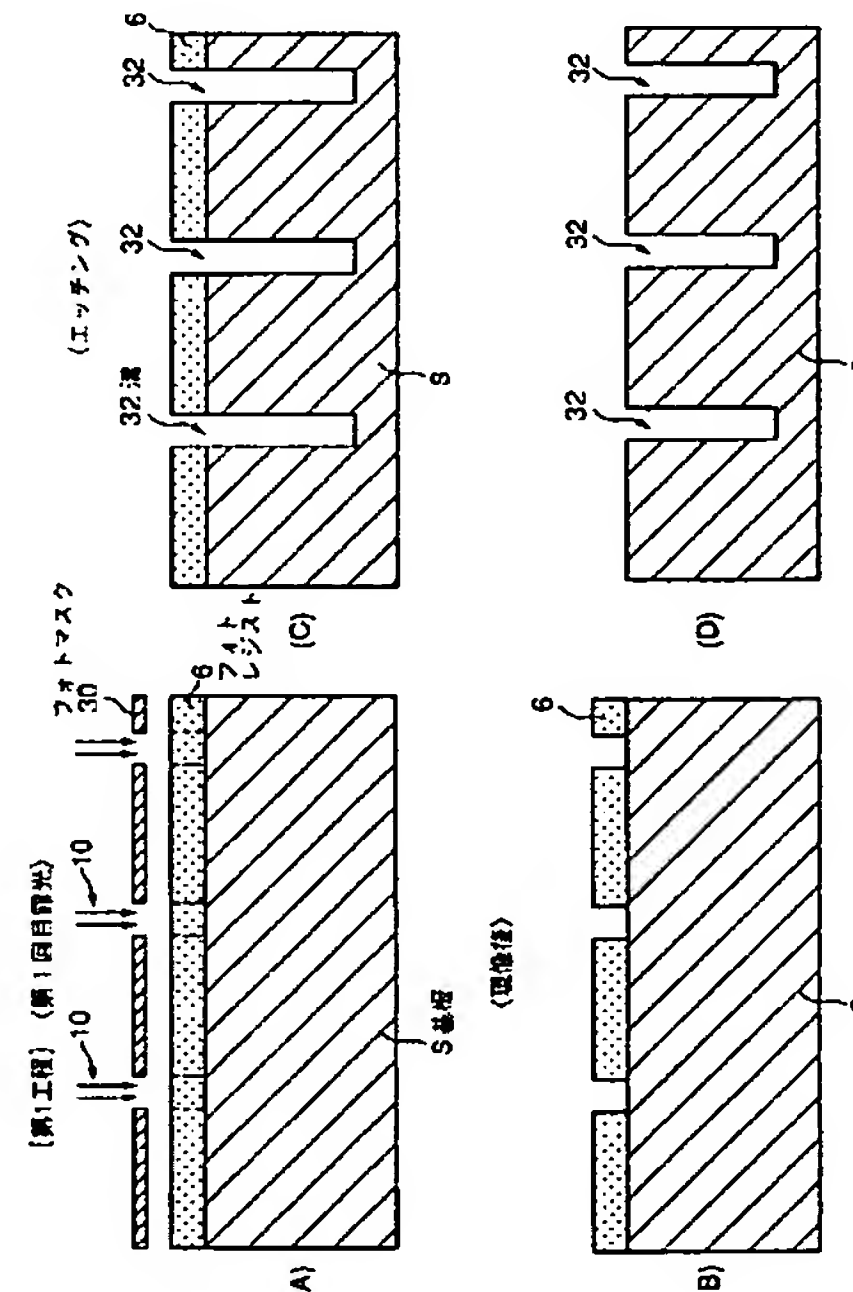
(54) 【発明の名称】 回折光学格子の形成方法

(57) 【要約】

【課題】 基板をエッチングして階段状回折構造を形成する際に、形状の劣化を少なくして回折効率の高い回折光学格子の形成方法を提供する。

【解決手段】 基板S上に階段部を備えた回折光学格子の形成方法において、基板表面から最も深いステップとなる溝を形成する第1工程と、溝に埋め込み層34を形成する第2工程と、階段部の最上部のステップとなる基板表面の一部から埋め込み層の一部に跨る第1フォトレジストパターン6Wを形成する第3工程と、エッチングレートが埋め込み層よりも基板の方が大きいエッチングガスを用いたドライエッチングを行って第1凹部38を形成する第4工程と、第1フォトレジストパターンを除去後、第1凹部の一部から埋め込み層の一部に跨る第2フォトレジストパターン6Xを形成する第5工程と、ドライエッチングを行って第1凹部中に第2凹部44を形成する第6工程と、第5工程から第6工程と同様な工程を繰り返して多段のステップを形成する第7工程と、埋め込み層を除去する第8工程とからなる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上に多段のステップを有する階段部が複数個所定のピッチで形成されている回折光学格子の形成方法において、

前記複数の階段部のうち、前記基板表面から最も深いステップとなる所定幅の溝を形成する第1工程と、

前記溝に、前記基板表面と面一となるように埋め込み層を形成する第2工程と、

前記階段部の最上部のステップとなる前記基板表面の一部から前記埋め込み層の一部に跨がる第1フォトリソパターンを形成する第3工程と、

エッチングレートが前記埋め込み層よりも前記基板の方が大きいエッチングガスを用いたドライエッチングを行って、前記第1フォトリソパターンで覆われた以外の前記基板をエッチングして第1凹部を形成する第4工程と、

前記第1フォトリソパターンを除去後、前記第1凹部の一部から前記埋め込み層の一部に跨がる第2フォトリソパターンを形成する第5工程と、

前記エッチングガスを用いてドライエッチングを行って、前記第2フォトリソパターンで覆われた以外の前記基板をエッチングして第1凹部中に第2凹部を形成する第6工程と、

前記第2フォトリソパターンを除去した後、前記第5工程から前記第6工程と同様な工程を繰り返して前記多段のステップを形成する第7工程と、

前記埋め込み層を除去する第8工程と、

からなることを特徴とする回折光学格子の形成方法。

【請求項2】

前記基板の材料は、Siであり、前記埋め込み層の材料は、SiO₂であることを特徴とする請求項1記載の回折光学格子の形成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光記録媒体、光通信等に使用される階段状回折構造の回折光学格子を半導体微細加工技術を利用して形成する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

最近、階段状回折構造を有する回折光学格子は、非球面レンズと組み合わせて、低収差の光学格子が実現できることなどから、小型高性能が要求される光ディスク用のピックアップ部品として応用されている（例えば非特許文献1）。

この種の回折光学格子が、例えば光ディスク用ピックアップ部品として応用される場合は、照明光のレーザパワーを有効に使用するため、高い回折効率が必要される。このように高い回折効率を得るには、回折光学格子の階段構造を多段にする方法が採用されている（例えば特許文献1）。

例えば、階段状回折構造の階段段数を2、4、6、8段とした場合には、回折効率はそれぞれ40.5%、81.0%、91.2%、94.9%となる。このように階段段数を多くするほど、回折効率が增加することが知られている（例えば非特許文献2）。

【0003】

【特許文献1】特開2000-98116号公報

【非特許文献1】回折光学格子入門（発行：オプトロニクス社）

【非特許文献2】精密工学会誌（Vol 63, No 9, 1997）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、上述したような階段状回折構造を、従来の半導体プロセスを利用して加工す

る場合、段数が多くなるほど、階段状回折構造の最深部の形状を基板にエッチングして形成するのは難しくなってくる。その理由を次に図を示して説明する。

図11は階段状回折構造を有する回折光学格子の一例の理想的な断面形状を示す模式図である。この回折光学格子2は、透明な石英等よりなる基板Sにより形成されており、ここでは4段で1組の階段形状4を隣接して複数組形成している。この階段形状4のピッチP1は回折格子の回折角、最深部の深さD1は回折光の波長に対応してそれぞれ決められる。この回折光学格子2の階段形状4は、旋盤などの機械加工方法により形成する方法と、半導体プロセスによって作製する方法の2種類がある。そして、回折光の波長が短波長で、且つ回折角が大きい場合、上記ピッチP1及び深さD1の大きさはミクロンオーダーの値となり、機械加工法では高精度な製造が困難となる。そのため、半導体プロセスを使用した形成方法が一般的に使用されている。図11の例では、4回のエッチングを行って4段の階段を掘り下げ、5値の位相差をもつ階段状回折構造を形成している。

10

【0005】

上述のように、図11の基板Sとしては石英等の光学材料を使用し、平板状の基板をエッチングした後、所望の形状に切り出して、回折光学格子2として使用する。また基板Sとしてシリコン等の半導体材料を使用して、基板をエッチングして階段形状を得てから、この基板にニッケルめっきなどを厚く施し、それを剥離することで、射出成型用金型を作製する場合もある。この金型により樹脂を射出成型し、樹脂製の回折光学格子を作製することにより大量生産が可能になる。

【0006】

20

次に図12乃至図15を参照して半導体プロセスを使用した従来の一般的な回折光学格子の形成方法を説明する。ここでは階段部分は最上段から順次下段に向けて形成されて行く。まず第1回目のエッチング工程について説明する。図12(A)に示すように、基板Sはシリコンであり、この基板S上にフォトレジスト6が塗布されている。このフォトレジスト6はフォトマスク8を使用した第1回目の露光によって、パターンが焼き付けられる。ここではポジ型フォトレジストを使用しているので、フォトマスク8の開口部8Aを透過した露光光10は上記フォトレジスト6を露光し、露光部分6Aは現像工程によって溶出する。上記露光光10には、ステッパーなどの一般的な半導体製造装置が使用される。

【0007】

30

図12(B)に現像後の基板及びフォトレジストのパターン形状を示す。上述のように露光部分6Aのフォトレジストは現像によって除去されている。この状態でエッチング工程を行う。エッチングは一般的な半導体プロセスで知られているプラズマ・エッチング方法を使用する。ここで基板Sはシリコンであり、シリコンをプラズマ・エッチングする場合は、プラズマ・エッチング装置に CHF_3 + CF_4 等のフッ素系ガスを導入する。このエッチング工程を終了すると、図12(C)のように、フォトレジスト6のパターン形状が、基板Sに転写されるように基板Sがエッチングされる。

エッチング工程終了後、フォトレジスト6を一般的な半導体プロセスであるプラズマなどによるアッシング（灰化）工程により除去する。この時の状態を図12(D)に示し、基板Sがエッチングされて段差11が形成されている。その後基板Sを清浄にする。

40

【0008】

次に、第2回目のエッチング工程を行う。図13(A)にフォトレジスト6を全面に塗布した状態を示す。この場合のフォトレジスト塗布は、次に説明するようにレジスト厚みにばらつきが生じ、その結果、エッチング形状に悪影響を与えることになる。

図13(B)に、第2回目の露光の説明図を示す。フォトマスク12のパターンは、露光光10によってフォトレジスト6に焼き付けられる。フォトレジスト6の塗布は、フォトレジストの液体を基板S上に滴下し、この基板Sを回転するという、半導体製造工程では一般的なスピコート法を使用しているため、基板Sの表面に段差がある場合、段差付近でフォトレジスト6の流れが溜まり、フォトレジスト6の膜厚がばらついてしまう。基板Sの段差11の近傍部分でのフォトレジスト6の膜厚H1は、基板段差11より離れた

50

部分でのフォトリジスト6の膜厚H2よりも2倍程度厚くなっている。その為、フォトリジスト6の膜厚H1の部分では露光量不足が生じ、現像後には図13(C)に示すように、レジスト残り6Bが生じてしまう。

【0009】

上記のようにレジスト残り6Bが発生した状態で、第2回目のエッチングを行うと、レジスト残り6Bの形状がそのままエッチングパターンとして転写されてしまい、図13(D)に示すように、本来垂直にエッチングされるべき側壁がS字状に変形して曲面状になってしまい、特に角部16が曲面状になってしまう。第2回目のエッチングを終了したフォトリジスト付き基板Sは、前回の工程と同様に、アッシング(灰化)工程により除去し、基板Sを清浄化する。

10

【0010】

次に第3回目のエッチング工程について図14を用いて説明する。まず、フォトリジスト6を塗布し、図14(A)の形状を得る。次に、図14(B)のようにこのフォトリジスト6にフォトマスク12のパターンを露光光10によって焼き付ける。このフォトリジスト6の厚みは、前回の工程同様、基板Sの段差11でばらつきが生じる。この段差近傍のフォトリジスト6の厚みH3は段差11から離れた部分の厚みH4の約3倍の厚みとなる。その為、フォトリジスト6の厚みH3の部分では、露光量不足が生じ、現像後は図14(C)のように、レジスト残り6Cが生じる。この状態で、第3回目のエッチングを行うと、レジスト残り6Cの形状がそのままエッチングパターンとして転写され、図14(D)に示すように角部18が曲面状になされてS字状側壁形状となる。図14(D)は、第3回目のエッチングを終了した後に、前回の工程と同様に、フォトリジスト付き基板Sをアッシング(灰化)工程により除去し、基板Sを清浄化した状態を示している。

20

【0011】

次に第4回目のエッチング工程について図15を参照して説明する。まず基板Sの表面にフォトリジスト6を塗布して図15(A)に示す形状を得る。次に、図15(B)に示すように、このフォトリジスト6にフォトマスク20のパターンを露光光10によって焼き付ける。このフォトリジスト6の厚みは、前回の工程同様、基板Sの段差11でばらつきが生じる。段差近傍のフォトリジスト6の厚みH5は段差11から離れた部分の厚みH6の約4倍の厚みとなる。その為、フォトリジスト6の厚みH5の部分では、露光量不足が生じ、現像後は図15(C)のように、レジスト残り6Dが生じる。この状態で、第4回目のエッチングを行うと、レジスト残り6Dの形状がそのままエッチングパターンとして転写されてしまい、図15(D)に示すように角部22が曲面状になされてS字状側壁形状になってしまう。

30

【0012】

以上のように、従来の工程では、基板Sのエッチングで段差11が生じると、フォトリジスト塗布の工程で、段差11の近傍にフォトリジスト溜まりが生じ、段差11の近傍ではフォトリジスト6の厚みが大きくなり、段差11から離れた部分ではフォトリジスト6の厚みが小さくなる。その為、フォトリジスト6の膜厚のばらつきが生じ、フォトリジスト6の厚みが大きいところでは露光不足となり、現像時にフォトリジスト残り6B~6Dを生じていた。そして、エッチング工程においては、フォトリジスト残り6B~6Dが、エッチングパターンに転写され、本来垂直になるべき側壁がS字状に変形し、結果的に最深部のエッチング形状が設計とは異なる形状となっていた。このエッチング不良傾向は、エッチング段差が大きいほど顕著に現れる。そしてこのような側壁の形状劣化は、回折光学格子の回折効率の悪化を招き、光の利用効率が悪化する、という問題を招来していた。

40

【0013】

本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。本発明の目的は、基板をエッチングして階段状回折構造を形成する際に、形状の劣化を少なくして回折効率の高い回折光学格子の形成方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

50

請求項1に係る発明は、基板上に多段のステップを有する階段部が複数個所定のピッチで形成されている回折光学格子の形成方法において、前記複数の階段部のうち、前記基板表面から最も深いステップとなる所定幅の溝を形成する第1工程と、前記溝に、前記基板表面と面一となるように埋め込み層を形成する第2工程と、前記階段部の最上部のステップとなる前記基板表面の一部から前記埋め込み層の一部に跨がる第1フォトレジストパターンを形成する第3工程と、エッチングレートが前記埋め込み層よりも前記基板の方が大きいエッチングガスを用いたドライエッチングを行って、前記第1フォトレジストパターンで覆われた以外の前記基板をエッチングして第1凹部を形成する第4工程と、前記第1フォトレジストパターンを除去後、前記第1凹部の一部から前記埋め込み層の一部に跨がる第2フォトレジストパターンを形成する第5工程と、前記エッチングガスを用いてドライエッチングを行って、前記第2フォトレジストパターンで覆われた以外の前記基板をエッチングして第1凹部中に第2凹部を形成する第6工程と、前記第2フォトレジストパターンを除去した後、前記第5工程から前記第6工程と同様な工程を繰り返して前記多段のステップを形成する第7工程と、前記埋め込み層を除去する第8工程と、からなることを特徴とする回折光学格子の形成方法である。

10

【0015】

この場合、請求項2に規定するように、前記基板の材料は、Siであり、前記埋め込み層の材料は、SiO₂である。

【発明の効果】

【0016】

20

本発明に係る回折光学格子の形成方法によれば、次のように優れた作用効果を発揮することができる。

基板をエッチングして階段状回折構造を形成する際に、形状の劣化を少なくして設計値通りの寸法に形成でき、もって回折効率の高い回折光学格子を製造することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下に、本発明に係る回折光学格子の形成方法の一実施例を添付図面に基づいて詳述する。

図1乃至図10は回折光学格子の形成方法の各工程を示す図であり、図1は第1工程の流れを示し、図2は第2工程の流れを示し、図3は第3工程の流れを示し、図4は第4工程の流れを示し、図5は第5工程の流れを示し、図6は第6工程の流れを示し、図7は第7工程の流れを示し、図8は第8工程の流れを示し、図9は埋め込み層を除去する工程を示し、図10は最終的に形成された回折光学格子の断面図を示す。尚、図11～図15に示す構成と同一構成部分については同一符号を付してその説明をする。

30

【0018】

また本発明方法では、図11に示すような設計図通りの5段の理想的な階段状回折構造を有する回折光学格子を形成する場合を例にとって説明する。ここでは階段状回折構造を作製する工程で、4回エッチングを行って、5段構造を得ているが、エッチング回数及び出来上がり段数はこれに限定されるものではない。

本発明方法の概略は、以下の通りである。すなわち、基板をエッチングして階段状回折構造を形成する際、最深部形状をエッチングにより形成後、前記最深部に埋め込み層を形成し、この最深部よりも浅い階段形状をエッチングにより順次作製する。この際、フォトマスクの開口部の一端は、前記埋め込み層上に位置させて埋め込み層上にフォトレジストパターンの一部が跨がるように形成し、エッチング工程終了後に、上記埋め込み層を基板より除去することにより、階段状回折構造を形成する。

40

【0019】

本実施例の回折光学格子の各部の寸法の一例を下記に示す。この寸法はこれに限定されるものではなく任意に設定できるものである。

基板Sの厚さ： 600 μm

基板Sの階段状回折構造ピッチP1： 7 μm

50

基板 S の階段状回折構造の最深部深さ D 1 : 5 μ m
フォトレジスト 6 の最浅部の厚さ : 1 μ m

【0020】

<第1工程：階段状回折構造の最深部のエッチング>

まず、階段状回折構造の最深部の階段部となる溝をエッチングにより形成する場合について図1を参照して説明する。

図1(A)に示すように、例えばシリコンウエハよりなる基板 S 上にフォトレジスト 6 を塗布し、階段状回折構造の最深部用フォトマスク 30 のパターンを露光光 10 によって露光する。図1(B)に示すように、露光フォトレジスト 6 を現像することによって、露光部分が除去されてフォトレジストパターンが形成される。この工程は、半導体製造等において周知のフォトリソグラフィエッチング工法を用いる。図1(B)で形成されたフォトレジスト・パターンをマスクにして、基板 S をエッチングする。この工程は、半導体製造等において周知のプラズマ・エッチング工法を用いる。例えばプラズマ・エッチング装置に図1(B)に示すフォトレジスト・パターン付き基板 S をセットし、臭化水素と塩素の混合ガス等のエッチング・ガスを流入させてプラズマを発生させることで、エッチングが行われる。すると図1(C)に示すように、基板 S にフォトレジスト・パターンが転写されて、最深部の所定の幅の溝 32 のエッチングが完了する。その後、半導体製造等において周知のプラズマ・アッシング工法によって、基板 S 上に残ったフォトレジスト 6 を酸素等のアッシング用ガスを流入させプラズマを発生させることで灰化して取り除き、基板 S 上を清浄にして、図1(D)に示すような形状を得る。

【0021】

<第2工程：階段状回折構造の最深部の埋め込み>

次に、図2を参照して最深部の溝の埋め込みについて説明する。

上記第1工程で最深部の溝 32 を形成した基板 S 上に、埋め込み層を形成する。ここでは、半導体製造等において周知のプラズマ CVD (ケミカル・ベーパー・ディポジション) 工程によって、埋め込み層に使用する SiO₂ 膜 (石英) を堆積させる。例えば、プラズマ CVD 装置には TEOS (テトラ・エトキシ・シラン) と酸素の混合ガス等を導入し、装置内を 400 度程度に加熱することで混合ガスが分解し、図2(A)に示すように SiO₂ 膜よりなる埋め込み層 34 を、基板 S の上面全面に堆積する。ここで最深部の溝 32 内の SiO₂ 膜以外の基板 S 上の堆積膜は不要なので、これを半導体製造等において周知の CMP (ケミカル・メカニカル・ポリッシング) 方法で、図2(B)に示すように基板 S と基板 S 上の埋め込み層 34 とが平行になるまで削る。その後、半導体製造等において周知のエッチ・バック方法によって最深部の溝 32 内の埋め込み層 34 以外の SiO₂ 膜を除去する。このエッチ・バックは一般的に、CHF₃ や CF₄ などのフッ素系ガスを使用したプラズマ・エッチングによって行い、図2(C)に示すような形状を得る。

【0022】

<第3工程：第1フォトレジストパターンの形成>

次の工程として、最浅部の凹部を形成するための第1フォトレジストパターンを形成する。図3(A)に示すように、略平坦になされた基板 S の表面上にフォトレジスト 6 を形成し、第1階段部エッチング・パターンに対応したフォトマスク 36 のパターンを露光光 10 によって、上記フォトレジスト 6 に焼き付ける。このときフォトマスク 36 の開口部の一端 36A を上記第2工程で作製した埋め込み層 34 上に位置させてある。そして、上記露光後のフォトレジスト 6 を現像することによって、図3(B)に示すような第1フォトレジストパターン 6W を得る。ここで注意されたい点は、上記第1フォトレジストパターン 6W は、上記埋め込み層 34 の上面の一部と、基板自体の表面の一部とを跨ぐようにして形成されている点である。

【0023】

<第4工程：第1凹部の形成>

次に第4工程で第1凹部を形成する。この第4工程では、上記第1フォトレジストパタ

ーン6Wをマスクにして、半導体製造等において周知のプラズマ・エッチングによって基板Sをエッチングする。この時、エッチングレートが埋め込み層34 (SiO_2) よりも基板S (シリコン) の方が大幅に大きいエッチングガスを用いる。これにより、図4 (A) に示すように基板Sは、ほぼ垂直にエッチングされ、第1凹部38が形成される。一方、埋め込み層34は第1フォトレジストパターン6Wによって被覆されていない部分に、若干エッチングが進行し、エッジが少し侵食されたような形状となる。次に、この第1フォトレジストパターン6Wは前述のプラズマ・アッシング装置によって除去され、図4 (B) に示すように、基板S及び埋め込み層34の表面は清浄になる。

【0024】

<第5工程：第2フォトレジストパターンの形成>

10

次に第5工程として第2のフォトレジストパターンを形成する。まず、図5 (A) に示すように、基板S及び埋め込み層34の上面全面に、フォトレジスト6を塗布する。次に図5 (B) に示すように次の第2階段部エッチング・パターンに対応したフォトマスク40のパターンを露光光10によって、上記フォトレジスト6に焼き付ける。このときフォトマスク40の開口部の一端40Aは、上記第2工程で作製した埋め込み層34上に位置させてある。そして、上記露光後のフォトレジスト6を現像することによって、図5 (C) に示すような第2フォトレジストパターン6Xを得る。この場合にも、上記第2フォトレジストパターン6Xは、埋め込み層34の上面の一部と基板自体の上面の一部を跨ぐように形成されている。

【0025】

20

<第6工程：第2凹部の形成>

次に第6工程として、図6に示すように上記第2フォトレジストパターン6Xをマスクにして、半導体製造等において周知のプラズマ・エッチングによって基板Sをエッチングし、第2凹部44が形成される。この場合、基板Sは、ほぼ垂直にエッチングされる。そして、埋め込み層34は第2フォトレジストパターン6Xによって被覆されていない部分に、若干エッチングが進行し、エッジが少し侵食されたような形状となっている。

【0026】

<第7工程：第1階段部及び複数の階段部の形成>

次に第7工程として、上記第2フォトレジストパターン6Xは前述のプラズマ・アッシング装置によって除去されることによって、図7に示すように、基板Sの表面に第1階段部46が形成されると共に、基板S及び埋め込み層34の表面は清浄になる。

30

更に、前述した所定の各工程を繰り返すことにより第1階段部以降の複数の階段部を形成する。まず、図8 (A) に示すように、基板S及び埋め込み層34の上面全面に、フォトレジスト6を塗布する。次に図8 (B) に示すように次段のエッチング・パターンに対応したフォトマスク48のパターンを露光光10によって、上記フォトレジスト6に焼き付ける。このときフォトマスク48の開口部の一端48Aは、上記第2工程で作製した埋め込み層34上に位置させてある。そして、上記露光後のフォトレジスト6を現像することによって、図8 (C) に示すような次段 (第3) フォトレジストパターン6Yを得る。このフォトレジストパターン6Yをマスクにして、半導体製造等において周知のプラズマ・エッチングによって基板Sをエッチングする。これにより、図8 (D) に示すように、基板Sはほぼ垂直にエッチングされる。そして、埋め込み層34はフォトレジストパターンによって被覆されていない部分に、若干エッチングが進行し、エッジが少し侵食されたような形状となる。そして、このフォトレジストパターン6Yは前述のプラズマ・アッシング装置によって除去され、基板S及び埋め込み層34の表面は清浄になる (図示省略)。

40

【0027】

<第8工程：埋め込み層の除去>

上記第7工程を終了した段階で、図9に示すように階段状にエッチングされた基板Sの中に、埋め込み層34が残存する。次にこの埋め込み層34を半導体製造等において周知のウェット・エッチングによって除去する。具体的には、フッ酸 (HF) 水溶液等に、シ

50

リコンよりなる基板 S を浸漬することにより、 SiO_2 の埋め込み層 34 を選択的にエッチング除去し、この結果、図 10 に示すように、最終的に階段状回折構造の形成された回折光学格子 50 を得る。図 10 に示す構造から明らかなように、階段状回折構造の形状は従来の構造（図 15 (D) 参照）と比較して劣化がほとんどなく、図 11 に示す構造と同様な理想的な形状となっている。

【0028】

このように、本発明方法によれば、階段状エッチングを設計値に従って形状劣化を少なく行うことができ、回折効率の劣化を少なくできる。また本発明方法では、基板 S としてシリコンウエハをエッチングして階段状回折構造を作製しているが、このシリコン基板にニッケルめっきを厚く施した後、これを剥離し、金型として樹脂成型に使用し、樹脂製の回折光学格子の大量生産を行うことができる。

10

またシリコン基板を用いる代わりに、 SiO_2 基板を使用し、この基板をエッチングして、階段状回折構造を作成し、そのままこれを回折光学格子として使用することも可能である。そして、上記 SiO_2 基板を使用する場合は、埋め込み層 34 には、タングステンなどの金属材料を使用することが可能である。この SiO_2 基板のエッチングには、前記の半導体製造等において周知のプラズマ・エッチングを使用する。また埋め込み層 34 にタングステンを使用する場合は、半導体製造等において周知のプラズマ CVD（ケミカル・ベーパー・ディポジション）法を使用し WF_6 等のガスを導入ガスとして使用してタングステン膜を堆積することができる。またタングステンをエッチングする場合は、半導体製造等において周知のプラズマ・エッチング工程により、 SF_6 と O_2 の混合ガスを導入ガスとして使用し、タングステン膜をエッチングすることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図 1】回折光学格子の形成方法の各工程を示す図である。

【図 2】回折光学格子の形成方法の各工程を示す図である。

【図 3】回折光学格子の形成方法の各工程を示す図である。

【図 4】回折光学格子の形成方法の各工程を示す図である。

【図 5】回折光学格子の形成方法の各工程を示す図である。

【図 6】回折光学格子の形成方法の各工程を示す図である。

【図 7】回折光学格子の形成方法の各工程を示す図である。

30

【図 8】回折光学格子の形成方法の各工程を示す図である。

【図 9】回折光学格子の形成方法の各工程を示す図である。

【図 10】回折光学格子の形成方法の各工程を示す図である。

【図 11】階段状回折構造を有する回折光学格子の一例の理想的な断面形状を示す模式図である。

【図 12】半導体プロセスを使用した従来の一般的な回折光学格子の形成方法を説明する工程図である。

【図 13】半導体プロセスを使用した従来の一般的な回折光学格子の形成方法を説明する工程図である。

【図 14】半導体プロセスを使用した従来の一般的な回折光学格子の形成方法を説明する工程図である。

40

【図 15】半導体プロセスを使用した従来の一般的な回折光学格子の形成方法を説明する工程図である。

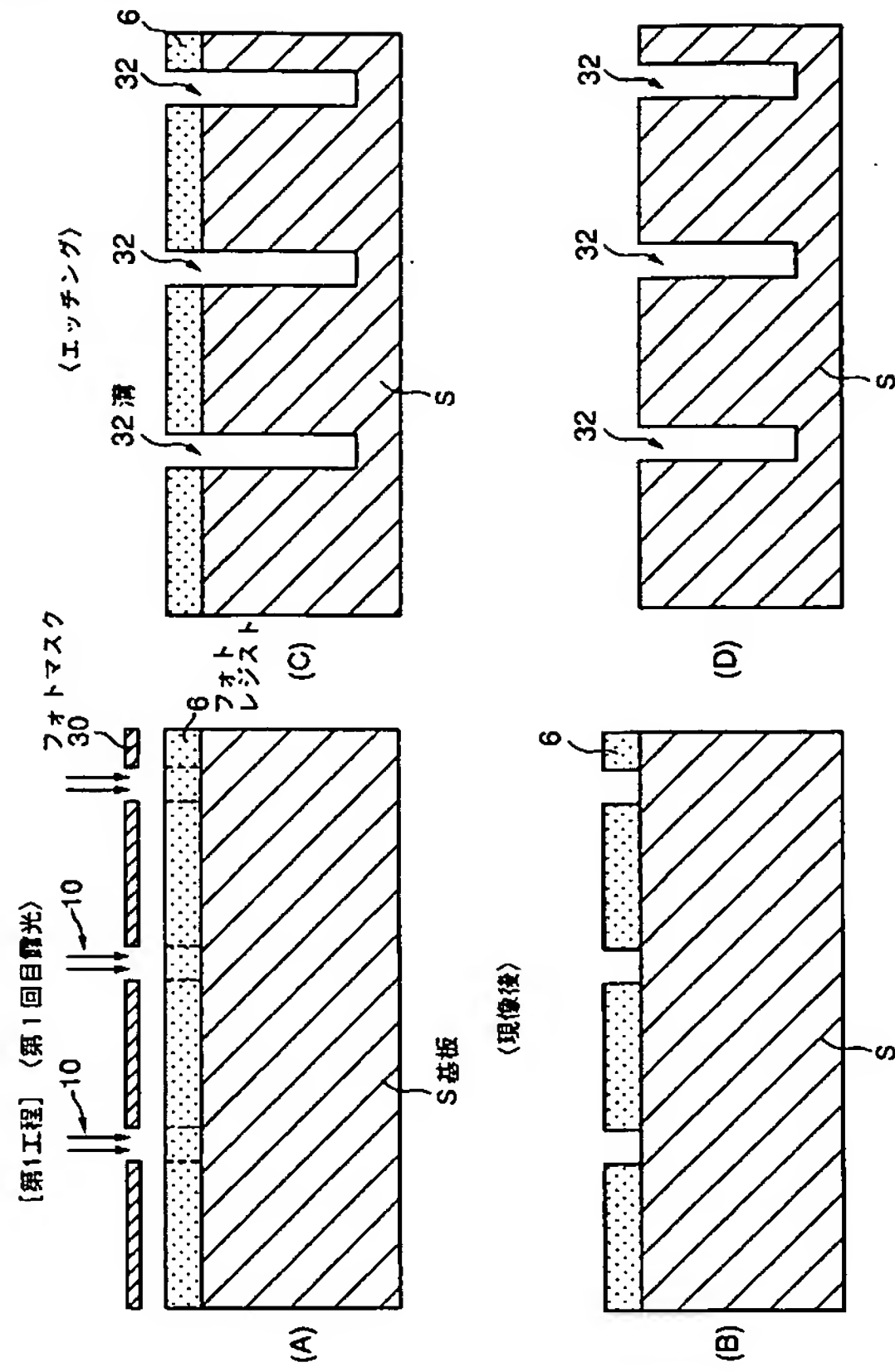
【符号の説明】

【0030】

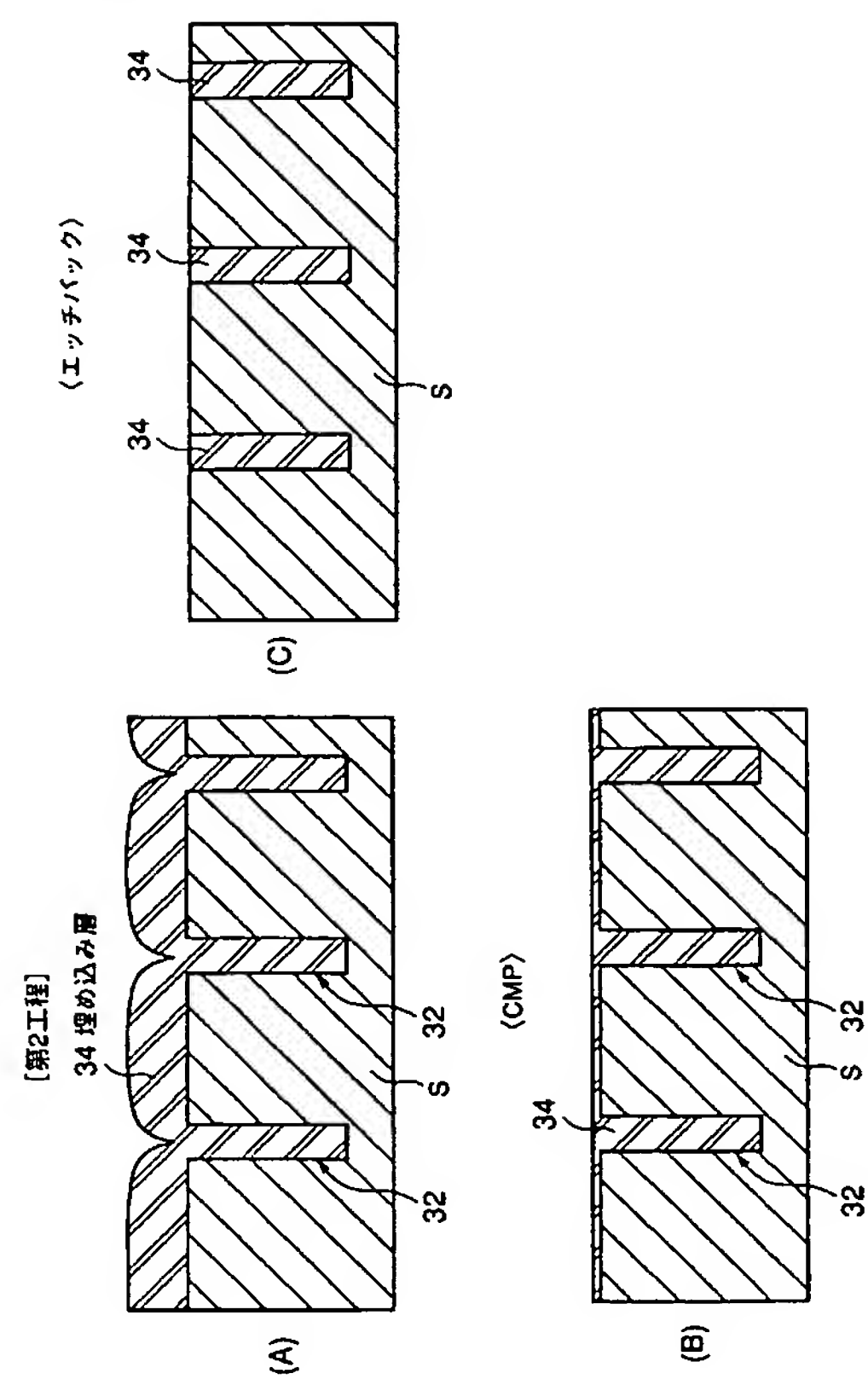
6…フォトレジスト、6W…第 1 フォトレジストパターン、6X…第 2 フォトレジストパターン、6Y…第 3 フォトレジストパターン、10…露光光、30, 36, 40, 48…フォトマスク、32…溝、34…埋め込み層、38…第 1 凹部、44…第 2 凹部、50…回折光学格子、S…基板。

50

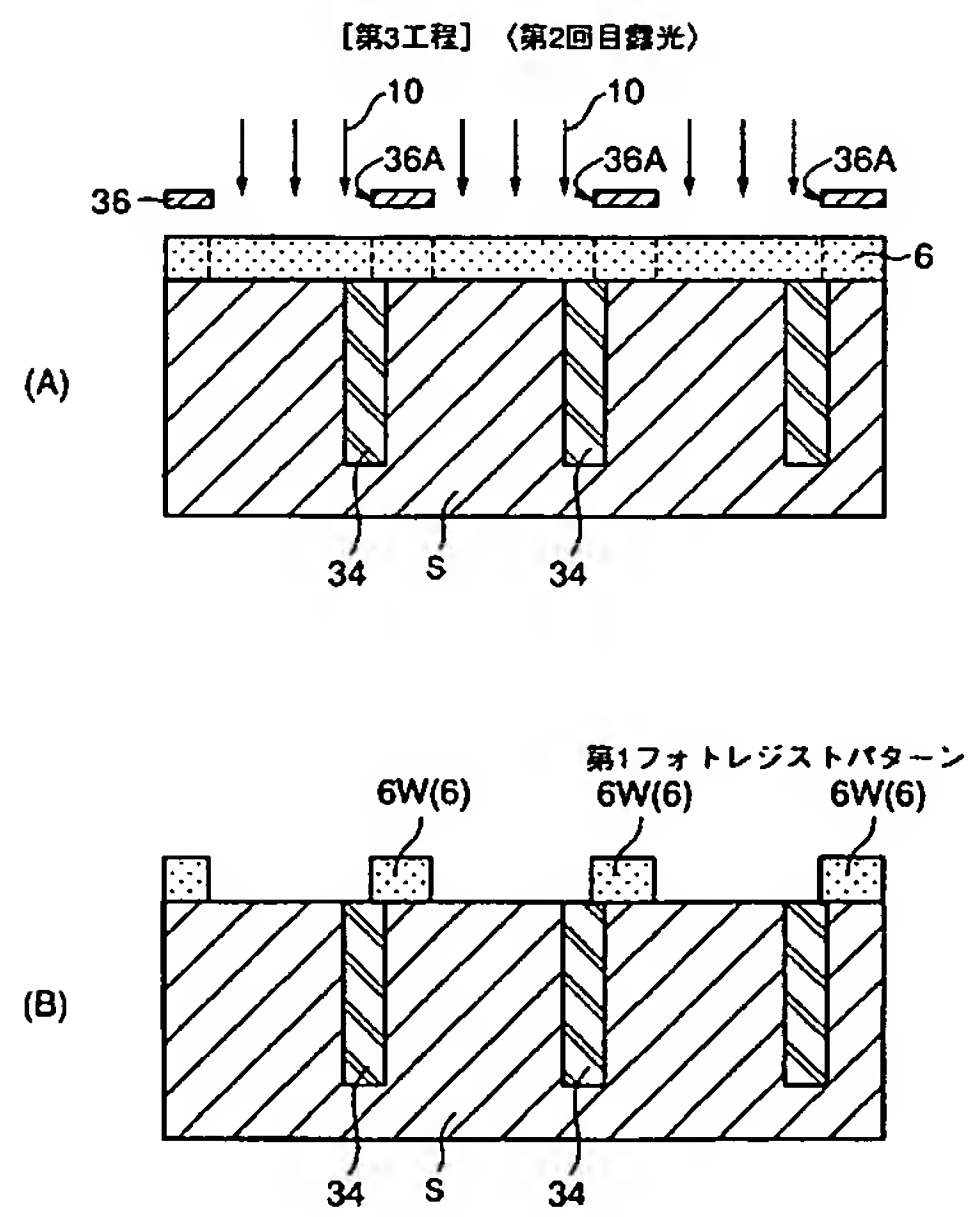
【図1】



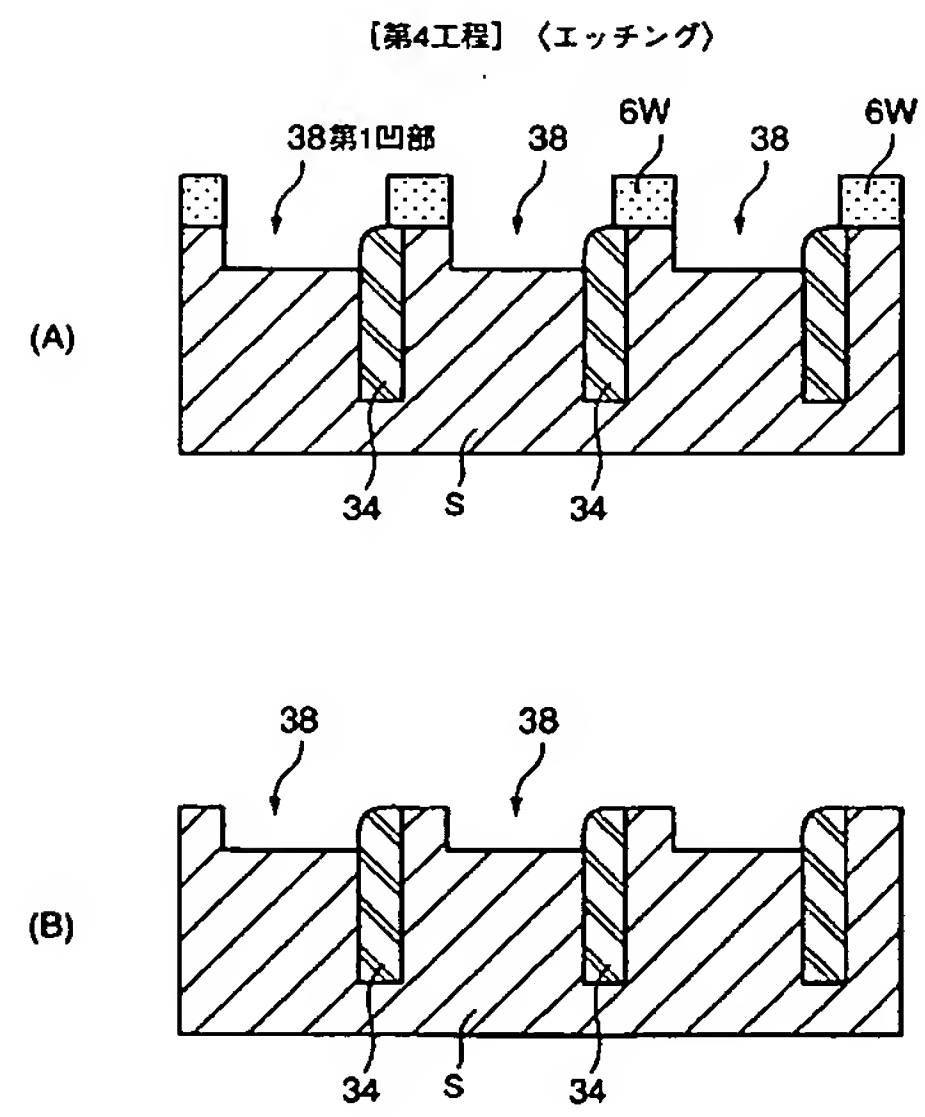
【図2】



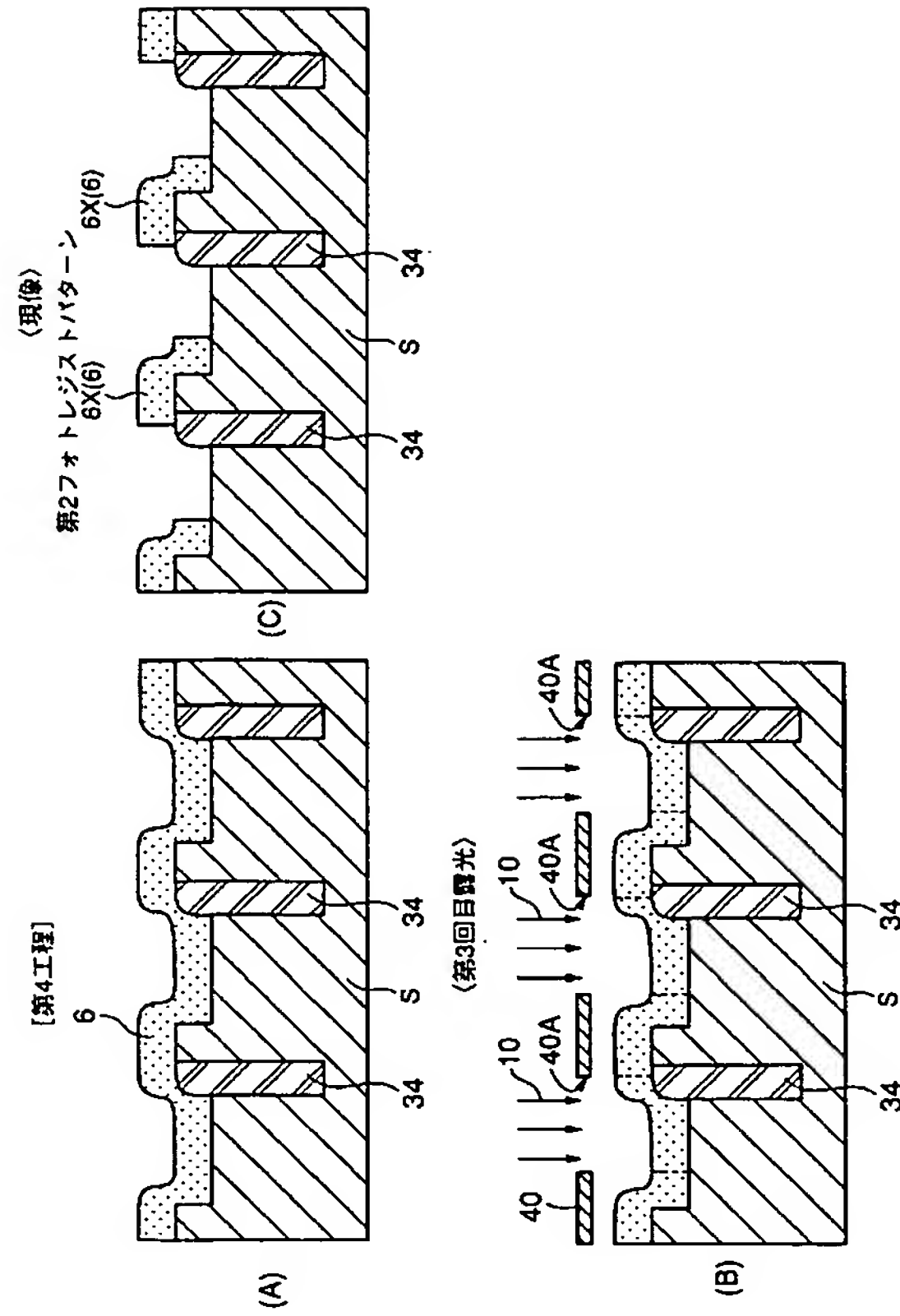
【図3】



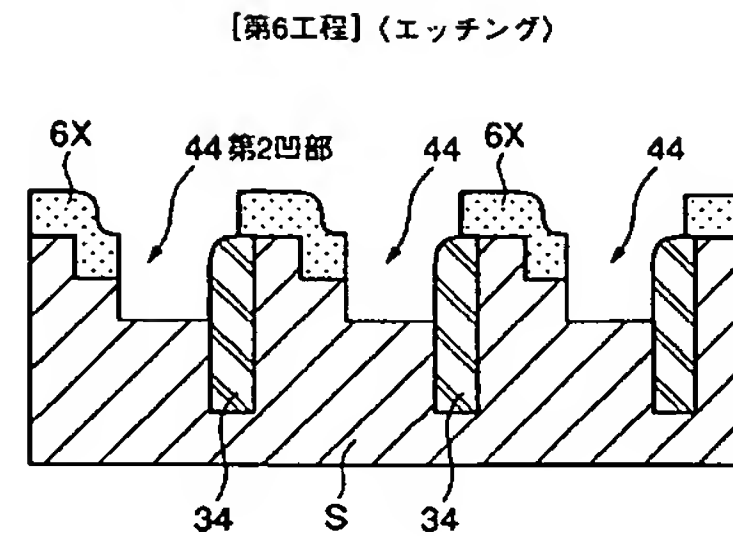
【図4】



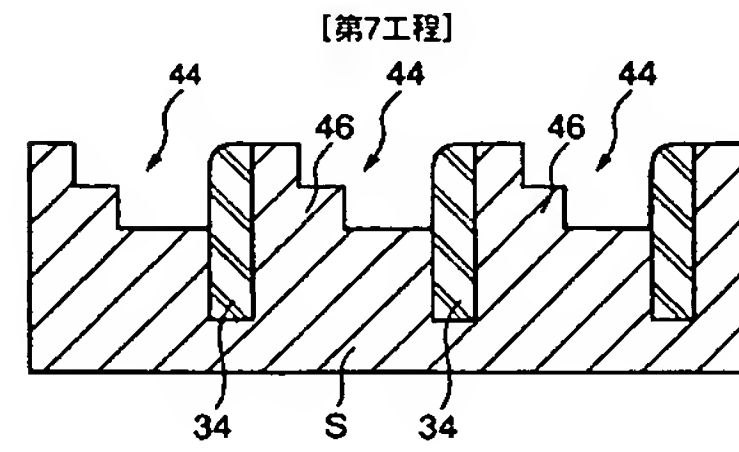
【図 5】



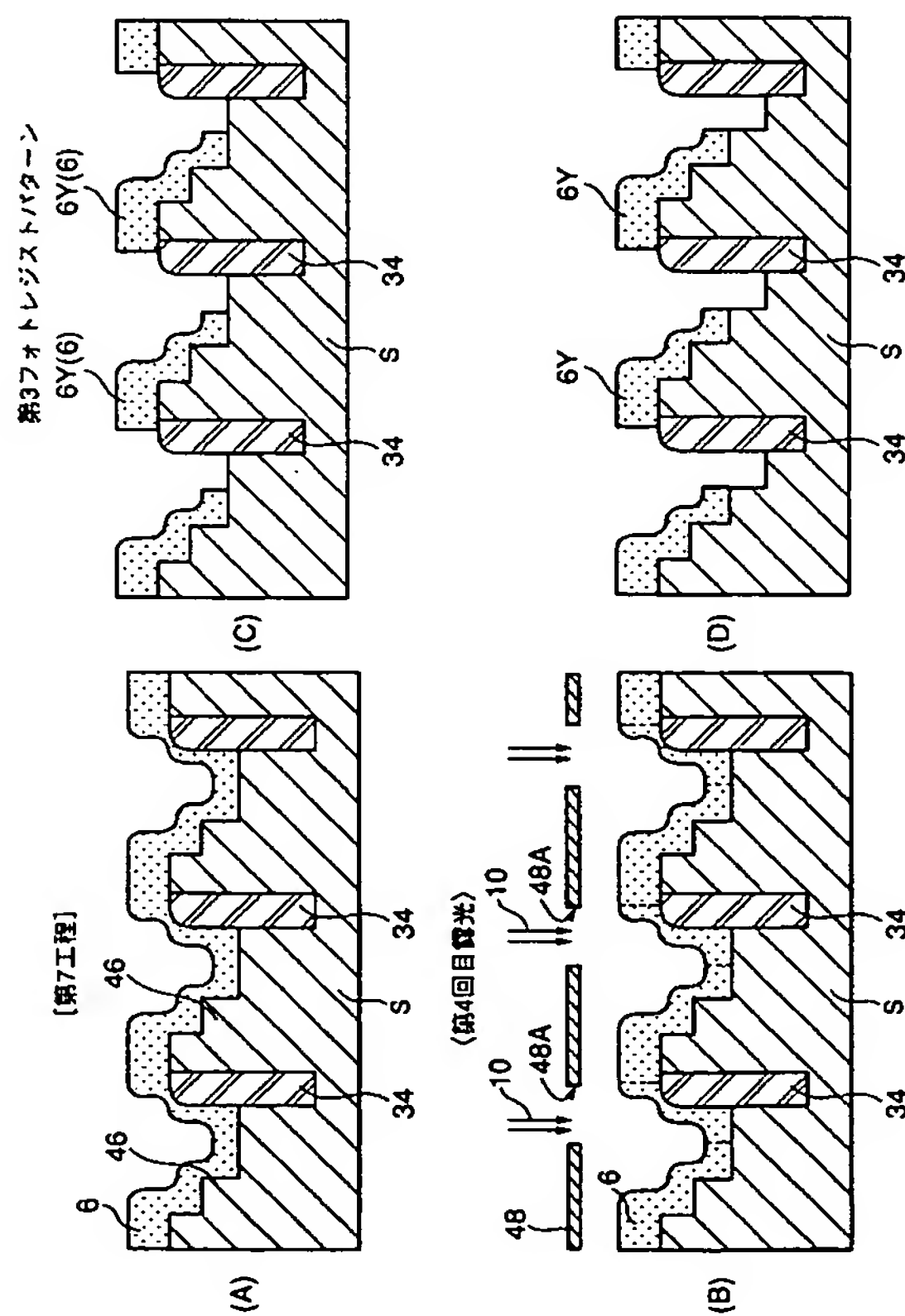
【図 6】



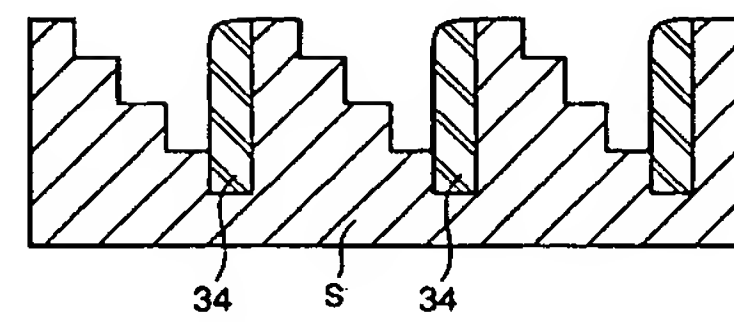
【図 7】



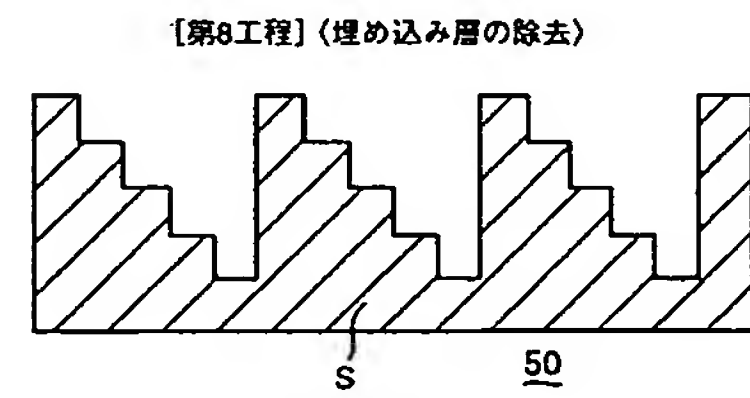
【図 8】



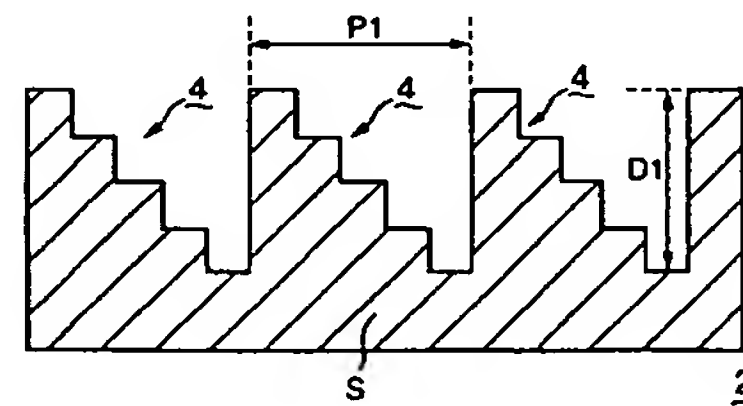
【図 9】



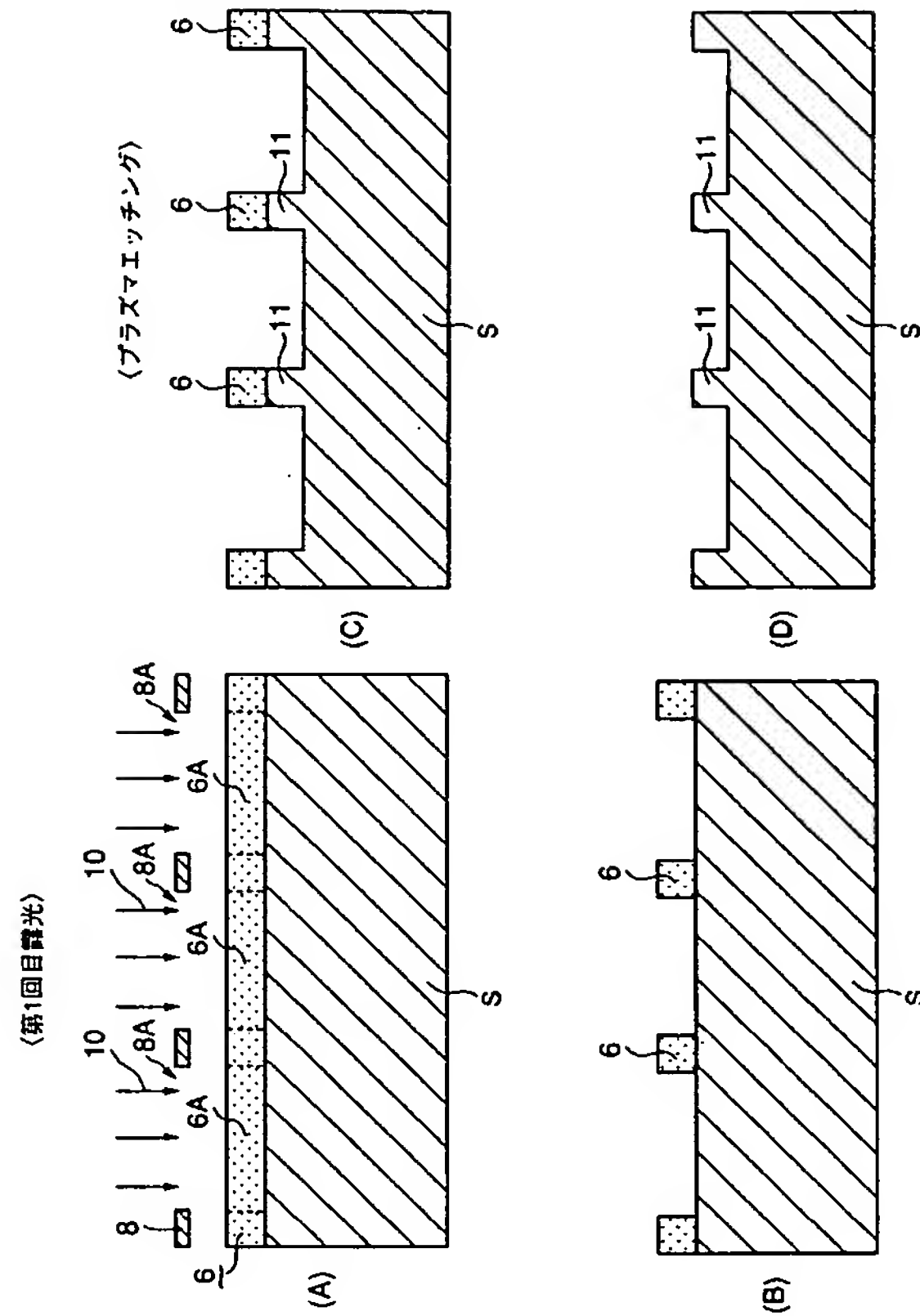
【図 10】



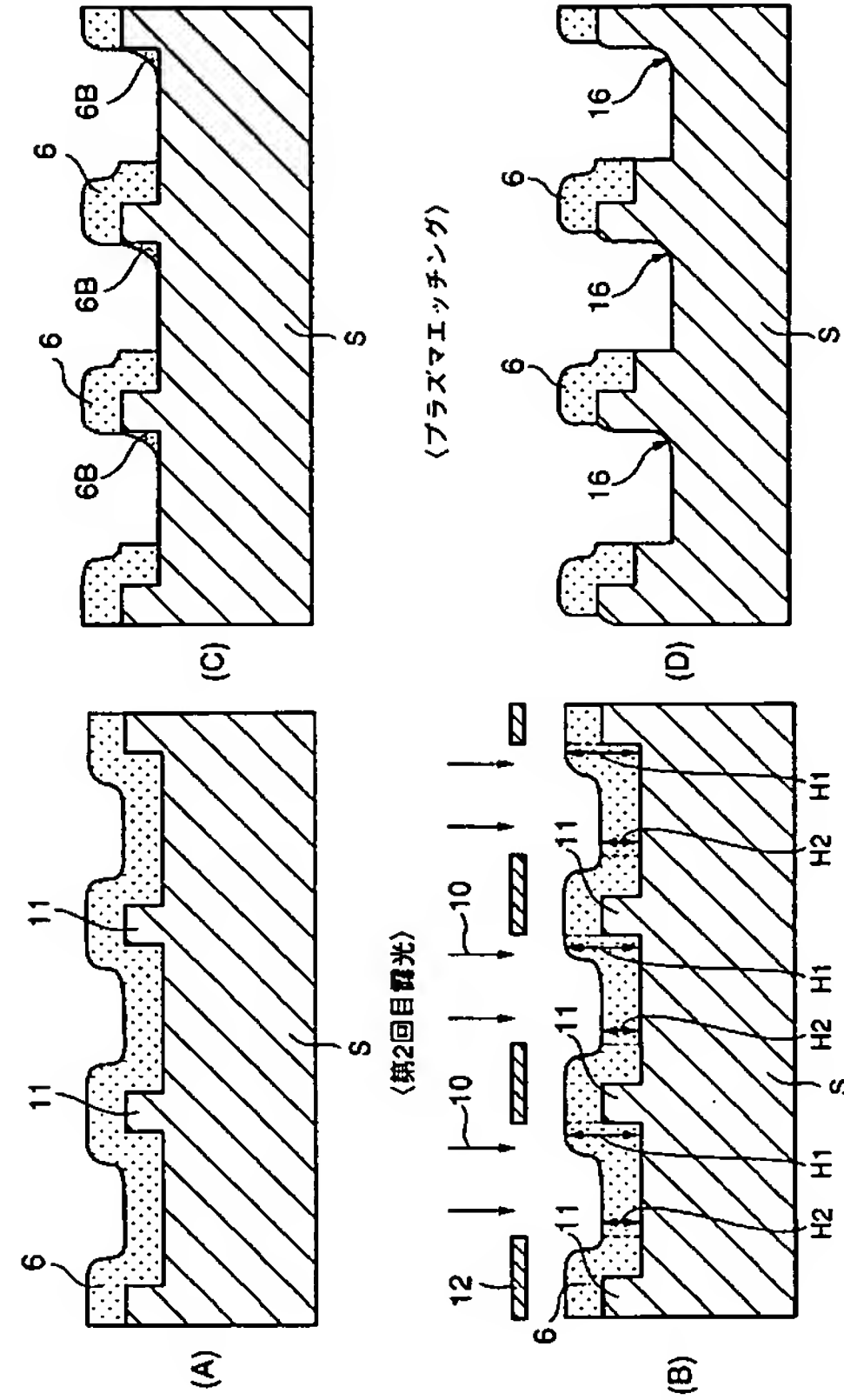
【図 11】



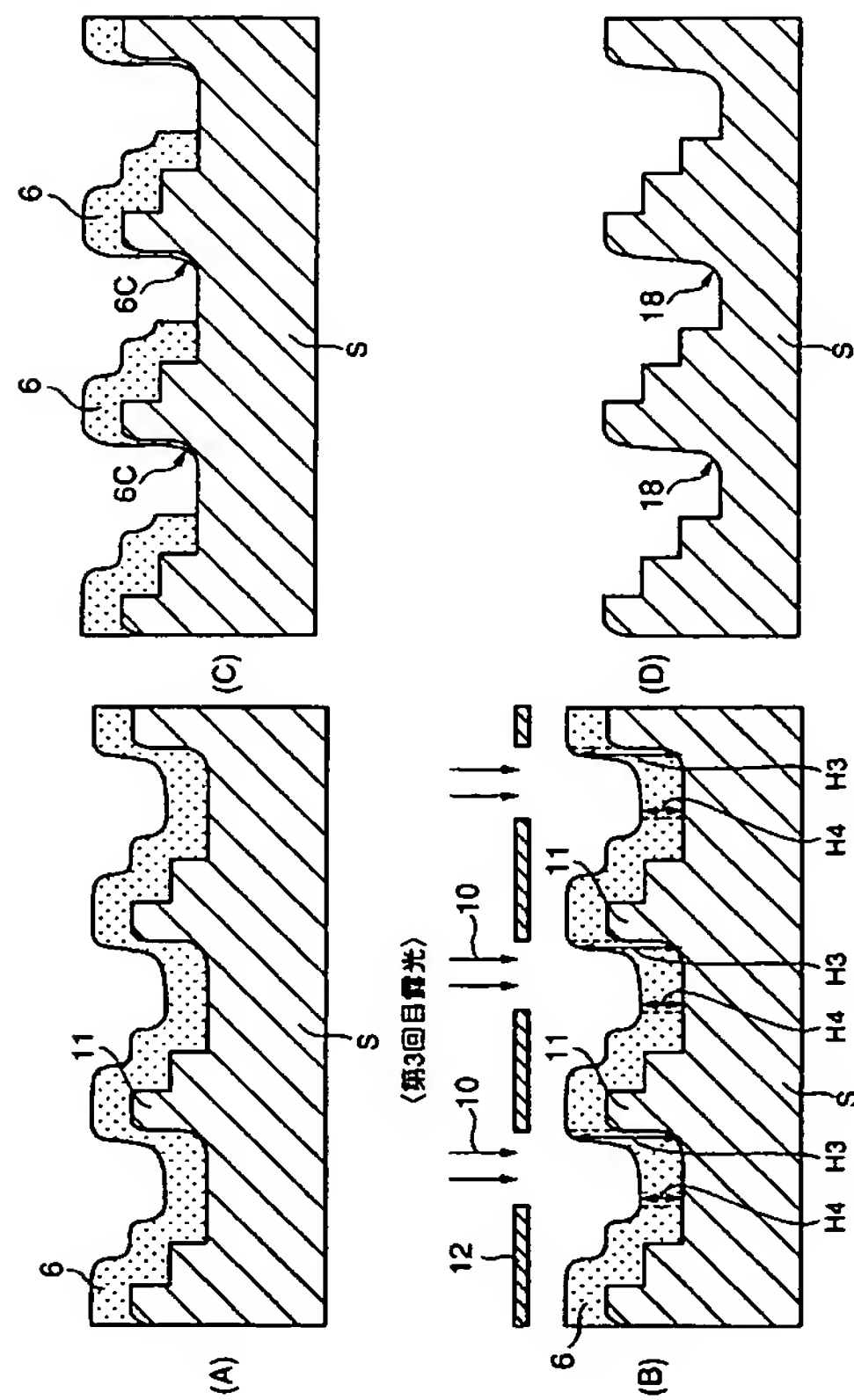
【図 1 2】



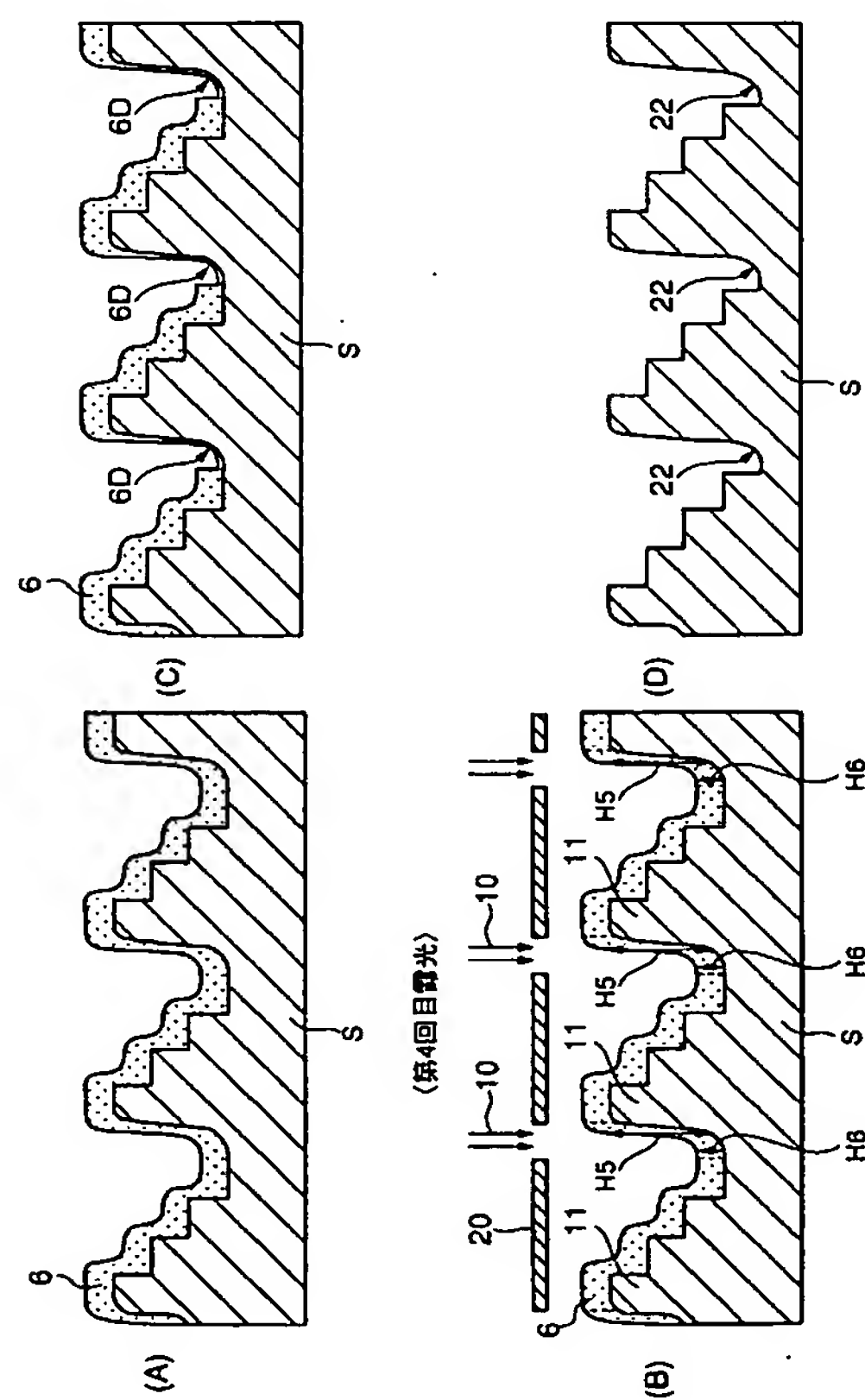
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



フロントページの続き

【要約の続き】

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]A phase control element for optical head devices, wherein a hologram for beam splitters is united with a substrate for phase control which has a slot where plane shape is annular and it is stair-like in sectional shape in a phase control element to which a phase of light is changed.

[Claim 2]The phase control element according to claim 1 by which material of the other is combined with an uneven part of the shape of a lattice which a hologram for beam splitters comprises an optical material and optical-isotropy material of birefringence, and was formed with one of materials.

[Claim 3]An optical head device with which the phase control element according to claim 1 or 2 was allotted between a light source and an optical recording medium in an optical head device provided with a photodetector which leads emitted light from a light source which is two from which wavelength differs, respectively to an optical recording medium, and detects catoptric light from an optical recording medium at least.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the optical head device using the phase control element for optical head devices and this which are used for recorders, playback equipment, etc. for optical recording media, such as an optical disc.

[0002]

[Description of the Prior Art]For the record reproduction of the optical recording medium (it represents with an optical disc henceforth) of the CD system containing CD-R, the optical disc whose object lens and thickness of 0.45 of wavelength the semiconductor laser and NA (numerical aperture) of 780 nm bands are 1.2 mm as a light source is used. On the other hand, the optical disc whose object lens and thickness of 0.6 of wavelength the semiconductor laser and NA of 650 nm bands are 0.6 mm is used for the record reproduction of the optical disc of a DVD system as a light source.

[0003]Therefore, in order to realize record reproduction of the optical disc of the both system of a CD system and a DVD system with one optical head device, two object lenses corresponding to two pieces and each NA for the semiconductor laser of each oscillation wavelength for a CD system and DVD systems are used. However, in this method, since the volume of an optical head device is large since an optical system will be two lines, weight was also heavy and there were many part mark, there was a fault, like an assembly process is complicated and there is.

[0004]In order to solve these faults, carrying out synthetic separation of the light from the semiconductor laser in which wavelength differs by the synthetic separation mirror of wavelength selectivity, and constituting a compact optical head device using the same object lens is proposed, but. With the optical disc of a CD system and a DVD system, NA(s) required of an object lens differ as mentioned above. Therefore, when carrying out record reproduction

of the optical disc of a both system using the same object lens, it is necessary to change NA of an object lens according to wavelength.

[0005]In the central region of the object lens which includes an optic axis as a method of changing according to this wavelength, the light of two wavelength ranges carries out a rectilinear-propagation penetration, the light which is the wavelength of 650 nm which needs big NA in the adjacent spaces of the object lens which does not include an optic axis is made to penetrate linearly, and light with a wavelength of 780 nm as which small NA may be sufficient is reflected. Thus, NA to the wavelength of the optical disc in a CD system and a DVD system is changed by arranging a diaphragm of wavelength selectivity with the function which makes linear transmissivity low in adjacent spaces between an optical disc and a light source to one wavelength. However, since the CD system differed in the thickness of the optical disc from the DVD system, it was difficult to fully reduce the spherical aberration to generate only by such opening control (NA control).

[0006]On the other hand, in the optical head device for optical discs, it needs to be reflected with an optical disc, and the emitted light from a semiconductor laser needs to turn into returned light, and needs to lead this returned light to the photo detector which is a photodetector using a beam splitter. The half mirror for leading the light of each wavelength separated by this synthetic separation mirror to the above-mentioned photo detector in addition to the above-mentioned synthetic separation mirror for carrying out synthetic separation of the semiconductor laser beam of different wavelength as this beam splitter is further needed. Therefore, part mark increase in this way, an assembly process becomes complicated, and productivity falls. In order to use it so that light may usually be reflected in a direction 90 degrees to the direction of incident light, the miniaturization of the optical head device was also difficult for this half mirror.

[0007]Using a hologram element as this beam splitter is proposed for this miniaturization. This holographic beam splitter can bend the direction of movement of light by diffraction, and can lead light to the photo detector arranged near the semiconductor laser.

[0008]If this holographic beam splitter is arranged to the side near the semiconductor laser between a semiconductor laser and an object lens, each hologram element will be needed near the semiconductor laser of two different wavelength, and part mark will increase. In the direction which drove the hologram element to an object lens and one, at the time of playback of the optical disc of a DVD system, the accuracy of tracking becomes high especially.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]The purpose of this invention is to provide the optical head device using the phase control element and this which solve the above-mentioned problem which conventional technology had.

[0010]

[Means for Solving the Problem]In a phase control element to which this invention is made in view of the above-mentioned technical problem, and a phase of light is changed, Plane shape is annular and a phase control element for optical head devices, wherein a hologram for beam splitters is united with a substrate for phase control with which sectional shape has a stair-like slot is provided. A hologram for beam splitters comprises an optical material and optical-isotropy material of birefringence, and the above-mentioned phase control element by which material of the other is combined with an uneven part of the shape of a lattice formed with one of materials is provided.

[0011]Emitted light from a light source which is two from which wavelength differs, respectively is led to an optical recording medium, and an optical head device with which the above-mentioned phase control element was allotted between a light source and an optical recording medium is provided in an optical head device provided with a photodetector which detects catoptric light from an optical recording medium at least.

[0012]

[Embodiment of the Invention]If the object lens of NA0.6 optimized to the 0.6-mm-thick optical disc for DVD systems is used and the optical disc of a 1.2-mm-thick CD system is played, the spherical aberration which has phase contrast as shown in drawing 2 will occur. The section of phase contrast is expressed with this drawing 2, and it is actually three-dimensional, and is the doughnut shape in which the periphery rose, and is annular.

[0013]What is necessary is just to use the phase control element which generates the phase contrast of drawing 2 and an inverse code, in order to amend this spherical aberration. What is necessary is just to form the shape where phase contrast shape phi to give was $\phi = (n_g - 1) \cdot h$ in the surfaces, such as a glass substrate, when the slot of this phase contrast shape is formed in the interface of a glass substrate etc. and air and the refractive index of a glass substrate etc. is specifically made into n_g . However, although such a three-dimensional curved surface amends a spherical aberration at the time of the optical disk reproduction of a CD system, it worsens a spherical aberration conversely at the time of the optical disk reproduction of a DVD system.

[0014]In this invention, the above-mentioned phase contrast shape is approximated by the shape of a stair-like stepper type. The plane shape formed in the substrate 21 is annular, the stepper type-like slot 22 is shown in drawing 4, and sectional shape has the level difference h (altitude difference between the adjoining steps) in it. The number of stages formed is usually 2-5 steps. annular is perfect here -- it does not need to be circular and may be somewhat close to an ellipse, and the round shape is not connected further and it may run out selectively. There are a method, the pressing method, injection molding process, etc. which combine photo lithography and etching in the formation method of a slot, and a suitable method is chosen according to the material in which a slot is formed.

[0015]The phase contrast generated from the level difference h can be expressed with $2\pi(n-1)h/\lambda$. In order not to change a phase at the time of optical disc use of a DVD system with a wavelength of $\lambda=650\text{ nm}$, h is chosen appropriately and ϕ is set to 2π . For example, to light with a wavelength of 650 nm , a phase is not substantially changed by being referred to as $h=1.3\text{ micrometers}$ at the time of the refractive index $n=1.5$.

[0016]On the other hand, if such a level difference is made to penetrate light with a wavelength of 780 nm , the phase contrast of 1.67π will occur. Like drawing 4, a phase may be changed only to light with a wavelength of 780 nm by creating two or more these level differences, i.e., form a slot stair-like. Using this, plane shape is annular to a substrate, and sectional shape controls the phase of incident light by forming a stair-like slot, and can amend a spherical aberration.

[0017]A light transmittance state is good, the substrate used here is durable, if the refractive index is chosen appropriately, what kind of material may be sufficient, for example, there are an acrylic resin, polycarbonate, polyvinyl chloride, etc. besides glass. However, since a glass substrate has a high light transmittance state and high endurance, it is preferred.

[0018]As furthermore shown in drawing 1, plane shape is annular and sectional shape unifies the substrate 1 for phase control in which the stair-like slot 1A was formed, and the substrate 2 for holograms in which the hologram 2A for beam splitters was formed. Part mark can be reduced by unifying in this way, a miniaturization and a weight saving are made, and the assembly of an optical head device becomes easy further. By unifying in this way, the accuracy of position of a during [the slot for phase control and unevenness of a hologram] can also become good, and can also raise the yield of production.

[0019]A hologram may be formed in the rear face of the substrate which formed the slot for phase control as the method of unification, and the substrate in which the slot for phase control was formed, and the substrate in which the hologram was formed may be laminated. When laminating the latter, the field in which the slot for the phase control of a substrate was formed, and the field in which the lattice of the hologram was formed may be in the same field side like drawing 1, and the forming face may face each other, and a forming face may turn the back conversely and may suit.

[0020]By uniting wavelength plates, such as $\lambda/4$ board, with this phase control element further, the polarization characteristic of the light which faces to an optical disc, and the return light from an optical disc can be controlled, and it is still more desirable.

[0021]It is preferred that a lattice-like uneven part is provided in the optical material which has birefringence, and the uneven part uses the polarization hologram with which it fills up with other optical-isotropy materials as a hologram to unify. Since efficiency for light utilization is high, this polarization hologram is preferred. The refractive index of the optical-isotropy material with which the uneven part of an optical material which has this birefringence is filled

up is made equal to either the Tsunemitsu refractive index of the optical material of birefringence, or an extraordinary index to raise efficiency for light utilization.

[0022]In the above, although the lattice-like uneven part was provided in the optical material of birefringence and it said that this uneven part is filled up with optical-isotropy material, it may be that reverse. That is, a lattice-like uneven part may be provided in optical-isotropy material, and this uneven part may be filled up with the optical material of birefringence. A lattice-like uneven part may be provided in the optical material of birefringence, a lattice-like uneven part may be provided in optical-isotropy material, and both uneven parts may be made to fit in.

[0023]This polarization hologram is that from which diffraction efficiency differs by the polarization direction of the entering light, It is desirable to consider it as the polarization direction of high transmissivity, to rotate a polarization direction with $\lambda/4$ board etc. in the return trip of the emitted light which is reflected by the optical disc and returns, and to consider it as the polarization direction of high diffraction efficiency on the outward trip of the emitted light which faces to an optical disc from a light source. Thus, the unnecessary diffracted light of an outward trip can be reduced by changing a polarization direction, and it is desirable.

[0024]Even if the base of an optical disc has birefringence, in order to be able to detect the information included in the emitted light which is reflected by the optical disc and returns, the refractive index of optical-isotropy material sets up to neither the Tsunemitsu refractive index of the optical material of birefringence, nor an extraordinary index. In this case, the utilization efficiency of light falls.

[0025]Even if the optical single crystal of birefringence, such as LiNbO_3 , is used for the above-mentioned polarization hologram, can create it, but. It is preferred from a viewpoint of the flexibility of the ease of creation, and the selectivity of a refractive index to create a lattice-like uneven part to the organic thin film of birefringence, especially the thin film of a polymer liquid crystal, and to fill up the lattice portion into them with other optical-isotropy materials. The polarization hologram created with the organic thin film has a material cost and low process cost, and they are preferred. As an optical-isotropy material, acrylic polymers, epoxy system polymers, urethane system polymers, etc. are mentioned.

[0026]By 2π Controlling a level difference as mentioned above and being able to shift a phase to light with a wavelength of 650 nm, on this wavelength, phase contrast does not arise substantially but phase contrast produces the substrate in which the slot for phase control was formed, to the light which is the wavelength of 780 nm. For this reason, the close control of a level difference is required. When raising the controllability of phase contrast by enlarging a level difference, it is preferred to make refractive index difference of two materials small, and to generate phase contrast by making small the refractive index of the substrate which has provided the level difference, or filling up the portion of the stair-like slot on the substrate with other optical materials.

[0027]NA(s) which the optical disc of a DVD system and a CD system requires differ, at the time of the optical disk reproduction of a CD system, NA is smaller than that of a DVD system, and it is preferred to restrict so that the periphery of an object lens or a phase control element may not be used. Therefore, although light with a wavelength [for the optical discs of a DVD system] of 650 nm penetrates to the periphery of a phase control element, the light which is the wavelength of 780 nm for the optical discs of a CD system can use the opening control filter of wavelength selectivity which is not penetrated.

[0028]An optical design is carried out so that the phase of the periphery transmitted light of a phase control element may shift at the time of the optical disk reproduction of a CD system, aberration is generated so that emitted light may not condense effectively on an optical disc surface, and opening control can be carried out substantially. In this case, the opening control filter of wavelength selectivity can be excluded, the mark of a using section article can be reduced, and it is desirable.

[0029]It is preferred to arrange the photodetector which leads the emitted light from the light source which is two from which wavelength differs an above-mentioned phase control element, respectively to an optical recording medium, and detects the catoptric light from an optical recording medium between the light source and optical recording medium of an optical head device which it had at least.

[0030]By including the phase control element of this invention in an optical head device, a wavefront aberration becomes small, therefore the noise of the optical signal which is catoptric light from an optical disc can be reduced. If the phase control element of this invention is used, the component-parts mark of this device can be reduced, this fission product also becomes small, further, the routing counter of optical head device creation can be reduced, and productivity will also improve.

[0031]

[Example]Hereafter, this example is described, referring to drawings. The oscillation wavelengths of two semiconductor lasers used here were 650 nm and 780 nm.

[0032]First, the stair-like slot for phase control is explained. It is the refractive index $n = 1.5$ of the used substrate, and was made not to change a phase to light with a wavelength of 650 nm by considering it as the level difference of $h = 1.3$ micrometers substantially. On the other hand, when this level difference was made to penetrate light with a wavelength of 780 nm, the phase contrast of 1.67π was able to be generated. That is, the phase was changed only to light with a wavelength of 780 nm by creating this level difference in two steps like drawing 4. Phase contrast when the substrate in which the slot for these phase control was formed was used was shown in drawing 3.

[0033]The substrate in which the slot for these phase control was formed, and the substrate, with which the hologram for beam splitters was formed were laminated, and it unified, and was

considered as the phase control element, and this phase control element was included in the optical head device (drawing 5).

[0034]As this hologram, the lattice-like uneven part was provided in the thin film of the polymer liquid crystal which has birefringence, it is the optical-isotropy material which has a refractive index almost equal to the Tsunemitsu refractive index of this polymer liquid crystal, and the polarization hologram filled up with the uneven part of the thin film of a polymer liquid crystal was used. This polarization hologram differs in diffraction efficiency by the polarization direction of the entering light, uses the polarization direction of high transmissivity on the outward trip which faces to an optical disc from a semiconductor laser, and can rotate a polarization direction with $\lambda/4$ board in a return trip, can use the polarization direction of high diffraction efficiency, and can lead light to a photodetector. $\lambda/4$ board used here was made into the phase contrast of $1/4$ to two wavelength of 650 nm, and wavelength with an average of 780 nm.

[0035]In the optical head device of drawing 5, the emitted light from the semiconductor laser 9A with a wavelength [for the optical discs of a DVD system] of 650 nm and the semiconductor laser 9B with a wavelength [for the optical discs of a CD system] of 780 nm a light source Each collimate lens 10A, 10B is penetrated, an optic axis is coincided by the wavelength selectivity prism mirror 7, the phase control element 6 with the polarization hologram of this invention is penetrated, and it condenses to the field of the optical disc 4 with the object lens 5 after $\lambda/4$ board penetration. The catoptric light with the pit information of this optical disc 4 penetrates the object lens 5 after $\lambda/4$ board penetration again, bends an optic axis slightly by a polarization hologram, and reaches each photodetectors 11A and 11B. The role of $\lambda/4$ board is as having described above.

[0036]Here, it is good in the semiconductor laser for the optical discs of a DVD system also considering the semiconductor laser for the optical discs of 9B and a CD system as 9A. In this case, unlike the above-mentioned case, the reflection property of the wavelength selectivity prism mirror 7 will reflect light with a wavelength of 650 nm.

[0037]The wavefront aberration was small made to $0.018\lambda_{\text{rms}}$ by inserting this phase control element to wavefront aberration $0.14\lambda_{\text{rms}}$ when not using this phase control element at the time of the optical disk reproduction of a CD system. By this, the noise of the information light which is catoptric light from an optical disc has been reduced. The component-parts mark of the optical head device could be reduced, and the miniaturization has been realized.

[0038]

[Effect of the Invention]Since the substrate in which the stair-like slot for phase control was formed, and the substrate, with which the hologram for beam splitters was formed were unified by this invention, part mark could be reduced and the miniaturization and the weight saving

were further realized by it.

[0039] Since both boards are unified from the start when incorporating as an optical head device, the alignment accuracy of both boards is also high and, in addition to there being no necessity for the alignment of both boards like an assembler, can raise productivity according to there being few component-parts mark.

[Translation done.]

DERWENT-ACC-NO: 2006-023419

DERWENT-WEEK: 200603

COPYRIGHT 2008 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Diffractive optical grating
formation method for optical
disk, involves etching embedded
layer formed in grooves formed in
step shape in substrate,
completely by repeatedly forming
and dry-etching photoresist layer

INVENTOR: YOKOCHI Y

PATENT-ASSIGNEE: VICTOR CO OF JAPAN[VICO]

PRIORITY-DATA: 2004JP-152231 (May 21, 2004)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
JP 2005331869 A	December 2, 2005	JA

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP2005331869A	N/A	2004JP-152231	May 21, 2004

INT-CL-CURRENT:

TYPE	IPC DATE
CIPP	G02B5/18 20060101
CIPS	G03F7/20 20060101
CIPS	G11B7/135 20060101
CIPS	G11B7/22 20060101
CIPS	H01L21/027 20060101

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 2005331869 A**BASIC-ABSTRACT:**

NOVELTY - An embedded layer is formed in grooves (32) formed in step shape in substrate (S), over which a photoresist layer (6) is formed. The photoresist layer is dry-etched by using etching gas to form concave portion in which another photoresist layer is formed and subjected to dry-etching to form another concave portion. The embedded layer is etched completely by repeatedly forming and dry-etching photoresist layer.

USE - For forming diffractive optical grating used as pick-up component for optical disk and used for optical communication, using semiconductor ultra-fine processing technology.

ADVANTAGE - The diffractive optical grating with high diffraction efficiency is obtained.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a sectional view illustrating the formation method of diffractive optical grating. (Drawing includes non-English language text).

photoresist layer (6)

exposure light (10)

photomask (30)

groove (32)

substrate (S)

EQUIVALENT-ABSTRACTS:

INORGANIC CHEMISTRY

The substrate comprises material such as silicon and the embedding layer comprises SiO₂.

ORGANIC CHEMISTRY

The substrate comprises material such as silicon and the embedding layer comprises SiO₂.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/15

TITLE-TERMS: DIFFRACTED OPTICAL GRATING
 FORMATION METHOD DISC ETCH EMBED
 LAYER FORMING GROOVE STEP SHAPE
 SUBSTRATE COMPLETE REPEAT DRY
 PHOTORESIST

DERWENT-CLASS: L03 P81 P84 T03

CPI-CODES: L03-G02D; L04-C06B1; L04-C07B;

EPI-CODES: T03-B02B7G; T03-B10A;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: 2006-007873

Non-CPI Secondary Accession Numbers: 2006-020334